А. Н. Карножицкій.

# КРИСТАЛЛООПТИЧЕСКІЯ ИЗСЛѢДОВАНІЯ ТУРМАЛИНА.

(Съ 3-мя табл. рисунковъ.)

A. KARNOJITZKY.

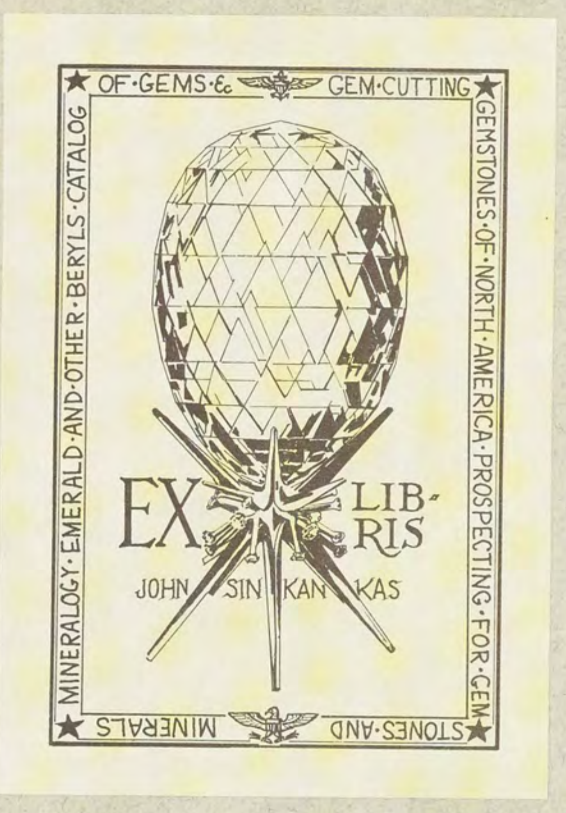
# Krystallographisch-optische Studien am TURMALIN.

(Mit 3 Tafeln.)



С.-ПЕТЕРБУРГЪ
Типографія А. Якобсона (Вас. остр., 7 лин., д. № 4).
1890.

2 1965


OF·GEMS·&c
GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND
MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX LIB-RIS
JOHN SIN KAN KAS

А. Н. Карножицкій.

# КРИСТАЛЛООПТИЧЕСКІЯ ИЗСЛѢДОВАНІЯ ТУРМАЛИНА.

(СЪ 3-МЯ ТАБЛ. РИСУНКОВЪ).

A. KARNOJITZKY.

# Krystallographisch-optische Studien AM TURMALIN.

(MIT 3 TAFELN).



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія А. Якобсона (Вас. остр., 7 лин., д. № 4).
1890.

Напечатано по распоряженію Императорскаго С.-Петербургскаго Минералогическаго Общества.

# Кристаллооптическія изслѣдованія турмалина.

А. П. Карножицкаго.

(Съ таблицами VI, VII и VIII.)

Приступая къ оптическому изслѣдованію турмалина, я имѣлъ ближайшею цѣлью опредѣленіе оптической аномаліи этого минерала. Я давно подозрѣваю, что типы оптически аномальныхъ кристалловъ далеко не такъ многочисленны, какъ это нѣкоторые предполагаютъ [1]), и могутъ быть сведены къ двумъ, много тремъ главнѣйшимъ, напр. типъ борацита, сенармонтита и типъ граната, берилла. Я думалъ на оптически аномальныхъ кристаллахъ турмалина провѣрить тѣ положенія, которыя годъ тому назадъ принялъ для оптически аномальнаго берилла [2]), съ Ильменскихъ горъ, предполагая, если не тождество, то, по крайней мѣрѣ, полную близость формъ оптическаго уродства. Такова была моя первая и ближайшая цѣль.

Съ другой стороны, изъ замѣчательной работы [3]) покойнаго профессора М. В. Ерофеева не безъизвѣстно мнѣ было и то

[1]) См. напр. C. Klein. Neues Jahrb. f. Min. 1887, I.

[2]) См. статью мою „Объ оптической аномаліи берилла". Зап. Мин. Общ. 1891.

[3]) „Кристаллографическія и кристаллооптическія изслѣдованія турмалиновъ". С.-Пб. 1870.

удивительное явленіе непараллельнаго сростанія кристаллическихъ индивидовъ, которое названный авторъ констатировалъ для турмалина и назвалъ «скучиваніемъ недѣлимыхъ». Къ сожалѣнію, работа эта прошла почти незамѣченной за границей, такъ какъ написана на русскомъ языкѣ, не пользующемся, какъ извѣстно, правами гражданства у западныхъ ученыхъ; даже Маляръ не упоминаетъ о сочиненіи Ерофеева, хотя оно прямо касается тѣхъ вопросовъ, которыми занимался Маляръ.

....Превосходная диссертація С. Ф. Глинка [1]) содержитъ нѣкоторые факты, какъ бы подтверждающіе и для альбита данныя Ерофеева о «скучиваніи недѣлимыхъ». — Естественно, являлось желаніе опредѣлить отношеніе оптической аномаліи турмалина къ явленіямъ «скучиванія недѣлимыхъ». Это и было моею второю задачей.

И такъ, работа моя, по существу своему, распадается на двѣ главы: *объ оптической аномаліи турмалина* (I) и *о явленіяхъ скучиванія недѣлимыхъ въ связи съ явленіями оптической аномаліи у турмалина* (II). Къ этимъ двумъ главамъ я счелъ нужнымъ прибавить и третью: *о нѣкоторыхъ явленіяхъ слоистости у турмалина и общія заключенія* (III).

---

Наблюденія производились главнымъ образомъ съ помощью микроскопа Зейберта, отчасти съ помощью микроскоповъ Цейсса и Наше. Изслѣдовано до 40 шлифовъ, поперечныхъ и продольныхъ.

Бо́льшая часть работы исполнена весною 1890 года въ Минералогическомъ Кабинетѣ С.-Петербургскаго Университета.

---

[1]) „Альбиты изъ русскихъ мѣсторожденій". Горн. Журн. 1889.

on optical anomalies of tourmaline

## I. Объ оптической аномаліи турмалина.

Оптическая аномалія турмалина обратила на себя вниманіе ученыхъ въ началѣ 60-хъ годовъ.

Іеньчъ [1]) наблюдалъ расхожденіе креста одноосныхъ минераловъ на пластинкахъ турмалина, вышлифованныхъ параллельно базису, и измѣрилъ уголъ этого расхожденія, который, по даннымъ Іеньча, можетъ доходить до 7°.

Тѣмъ не менѣе, Іеньчъ принимаетъ турмалинъ за минералъ гексагональный и оптическую аномалію его приписываетъ «полиплоэдріи» Брейтгаупта.

М. В. Ерофеевъ, подъ вліяніемъ своихъ представленій о скучиваніи недѣлимыхъ, не хотѣлъ вѣрить двуосности турмалина. Расхожденіе креста одноосныхъ минераловъ онъ принимаетъ за результатъ скучиванія.

На сколько можно видѣть изъ его диссертаціи, онъ приготовилъ одинъ только шлифъ, параллельный базису, и разсматривалъ его лишь въ сходящемся свѣтѣ. «Разсматривая эту пластинку», пишетъ [2]) Ерофеевъ: «я, хотя и не видѣлъ системы настоящихъ круговъ съ правильнымъ крестомъ, но убѣдился, что кристаллы турмалина считать за оптически двуосные невозможно, такъ какъ пластинка не представляла ни гиперболъ, ни двойной системы цвѣтныхъ колецъ, соединяющихся другъ съ другомъ, что бываетъ видно, при разсматриваніи въ поляризаціонномъ микроскопѣ пластинки оптически двуоснаго минерала, а представляетъ крестъ, въ серединѣ немного растянутый, и множество перепутанныхъ круговъ».

---

[1]) Jenzch.—Stud. über Struct. einiger Mineralien. 1861 u. 1866.

[2]) Ерофеевъ, l. c. p. 20—21.

Замѣчу кстати, что и гиперболы, и двойную систему цвѣтныхъ колецъ мнѣ приходилось наблюдать неоднократно, почти на всѣхъ моихъ препаратахъ; правда, интерференціонныя фигуры на толстыхъ пластинкахъ представляются нѣсколько нарушенными, за то, при утоненіи препарата, и гиперболы, и лемнискаты становятся все болѣе и болѣе правильными, хотя и теряютъ въ ясности. Отсюда я заключаю, что приводимое наблюденіе Ерофеева слишкомъ недостаточно и мало говоритъ въ пользу его отрицательнаго отношенія къ двуосности турмалина.

Ниже мы увидимъ, почему это наблюденіе Ерофеева было неудачно, а также уяснимъ одну изъ причинъ подобной же неудачи въ изслѣдованіи спектровъ призмы, приготовленной имъ изъ турмалина.

Наблюденій въ паралельно поляризованномъ свѣтѣ Ерофеевъ не производилъ...

Первое, да, кажется, и послѣднее изслѣдованіе этого рода надъ турмалиномъ принадлежитъ Маляру. Въ знаменитой статьѣ своей 1876 года [1]) этотъ авторъ посвящаетъ турмалину слѣдующія строки.

«Поперечные разрѣзы турмалина въ паралельно поляризованномъ свѣтѣ представляютъ три треугольные сектора. Кромѣ центральной части, обнаруживающей смѣшеніе секторовъ, замѣчается еще каемка, образованная паралельными полосками.

Шлифы продольные обнаруживаютъ полосы, паралельныя плоскостямъ ограниченія (призмъ и пирамидъ). Турмалинъ образованъ, подобно эмероду, изъ орторомбической сѣтки, близкой къ 120°, но съ той особенностью, что эта сѣть геміэдрична».

По Дельтеру [2]), бурожелтый кристаллъ изъ Unter-Drauburg'а въ Каринтіи, показывающій уголъ оптическихъ осей въ 9° (для

---

[1]) Mallard. Ann. d. min. 1876, 150.

[2]) Doelter. Neues Jahrb. f. Min. 1884, II, 221.

красныхъ луч.), не представляетъ измѣненій, при незначительномъ нагрѣваніи; но, при красномъ каленіи, вѣтви гиперболъ сближаются, хотя полная одноосность, даже при самыхъ высокихъ температурахъ, не достигается.

Перехожу теперь къ моимъ собственнымъ наблюденіямъ.

Разсмотримъ прежде всего типъ слоистыхъ кристалловъ турмалина [1]) изъ Сарапульска, окрашенныхъ въ розово-желтый цвѣтъ.

Я занялся этими кристаллами преимущественно — по двумъ причинамъ;

во первыхъ, кристаллы эти обнаруживали слоистость, и я разсчитывалъ показать для турмалина вліяніе слоистости на оптически аномальную структуру,

во вторыхъ, они составляли господствующую часть изслѣдовавшагося мною матеріала.

Кристаллы эти были образованы лишь съ одного конца и представляли комбинацію $(01\bar{1})\ \infty P2$, $(111)\ 0P$, $(2\bar{1}\bar{1})\ \infty R$, $(100) + R$ и рѣдко $(\bar{1}11) - 2R$, при чёмъ первыя двѣ формы преобладаютъ надъ прочими.

Особенно внимательно изученъ мною кристаллъ № I, полученный изъ Горнаго Института.

Уже при обыкновенномъ свѣтѣ, можно видѣть внутри кристалла слоистость, параллельную почти всѣмъ плоскостямъ ограниченія. Эти плоскости суть: $0P$, $+R$, $\infty P2$ и $\infty P$, послѣдняя форма существуетъ лишь въ видѣ единственной плоскости (рис. 3, таб. VI, $\infty R_v$).

Изъ нашего кристалла удалось приготовить слишкомъ 4 шлифа, выпиленныхъ параллельно базису; одинъ изъ нихъ, самый верхній, пересѣкаетъ всѣ три плоскости $(100) + R$ и сохранилъ естест-

---

[1]) Кристаллы эти я получилъ частію изъ Минералогическаго Кабинета Университета, благодаря любезности учителя моего, профессора В. В. Докучаева, частію изъ коллекціи Горнаго Института, благодаря любезности профессора П. В. Еремѣева и А. А. Лёша.

венную плоскость базиса, лишь слегка отполированную, въ разсчётахъ бóльшей прозрачности препарата. Этотъ препаратъ имѣетъ вообще форму девятиугольную, ибо, сверхъ шести плоскостей ∞P2, пересѣкаетъ еще три плоскости +R; остальные три имѣютъ форму гексагона. Самый верхній шлифъ изображенъ на рис. 1 (таб. VI), ниже лежащій — на рис. 2 (таб. VI), еще ниже лежащій не имѣетъ соотвѣтствующаго рисунка, самый нижній, наиболѣе тщательно изученный, изображенъ на рис. 3 (таб. VI).

Разсмотримъ прежде всего этотъ послѣдній.

Уже при обыкновенномъ свѣтѣ, можно видѣть въ срединѣ препарата ядро, окруженное рядомъ слоистыхъ оболочекъ, различно окрашенныхъ; можно видѣть также, что вмѣстѣ съ измѣненіями окраски, а слѣдовательно и химическаго характера отлагавшихся слоевъ, мѣнялась и геометрическая форма кристалла.

Ядро *E* кристалла, буро-зеленаго цвѣта, представляетъ, въ плоскости пояса (111), комбинацію плоскостей призмы 1-го и 2-го рода, приблизительно одинаково развитыхъ. Затѣмъ слѣдуетъ оболочка *D*, свѣтло-розоваго цвѣта, для которой плоскости призмы 2-го рода преобладаютъ. То же имѣетъ мѣсто и для слоевъ *C*, окрашенныхъ въ розовый цвѣтъ. Для слоевъ *B*, густаго желто-бураго цвѣта [1]), плоскость призмы 1-го рода весьма слабо развита и вовсе отсутствуетъ для периферическихъ слоевъ *A*, окрашенныхъ въ густой розовый цвѣтъ. И такъ, плоскости призмы 1-го рода, первоначально развитыя въ такой-же мѣрѣ, какъ и плоскости призмы 2-го рода, по мѣрѣ роста кристалла, постепенно вытѣснялись плоскостями призмы 2-го рода и въ настоящее время совершенно отсутствуютъ для нашего кристалла.

---

[1]) На рисункѣ обозначены толстыми штрихами; мѣста, окрашенныя въ розовый цвѣтъ различной интенсивности, обозначены на рисункѣ точками. Замѣтимъ, что препаратъ рис. 3, какъ наиболѣе типичный, изображенъ при бóльшемъ увеличеніи, чѣмъ препараты рис. 1 и 2.

При разсматриванiи такого шлифа въ параллельно поляризованномъ свѣтѣ, замѣчается крайняя неравномѣрность въ погасанiи препарата между скрещенными николями. Прежде всего бросается въ глаза присутствiе рѣзко обозначающихся двуосныхъ слоевъ, параллельныхъ плоскостямъ призмы 1-го и 2-го рода. Эти двуосные слои представляются въ видѣ весьма узкихъ полосокъ, прiуроченныхъ главнымъ образомъ къ пограничной области между слоями *B* и *C*; впрочемъ, двуосныя полоски имѣются и для слоевъ *A* и для другихъ мѣстъ шлифа; погасаютъ онѣ болѣе или менѣе равномѣрно по направленiю своей длины, слѣдовательно, параллельно и перпендикулярно соотвѣтствующимъ плоскостямъ призмы 1-го и 2-го рода.

При этомъ, *для однихъ двуосныхъ слоевъ плоскость оптическихъ осей перпендикулярна соотвѣтствующей плоскости ограниченiя, для другихъ — параллельна.*

Слои обоихъ родовъ чередуются со слоями одноосными или почти одноосными и между собою. Вообще одноосные или почти одноосные слои преобладаютъ надъ прочими и прiурочены главнымъ образомъ къ центральной части кристалла, тогда какъ у периферiи двуосность выражается болѣе рѣзко. Уголъ оптическихъ осей не великъ, обыкновенно 3°—4°, рѣдко 9°—10°.

Если передвигать препаратъ подъ микроскопомъ по направленiю отъ центра къ периферiи, то можно видѣть, что уголъ оптическихъ осей, первоначально равный 0°, постепенно возрастаетъ въ плоскости, положимъ, перпендикулярной соотвѣтствующей сторонѣ призмы, достигаетъ извѣстнаго предѣла, затѣмъ уменьшается до 0° и снова возрастаетъ, но уже въ плоскости, параллельной соотвѣтствующей сторонѣ призмы, и т. д. Плоскость оптическихъ осей мѣняетъ такимъ образомъ свое положенiе большое число разъ. То же самое наблюдали мы и для берилла [1]); но для берилла дву-

---

[1]) l. c. p. 10, рис. 2, секторы *C* и *D*.

осныя полосы были гораздо шире, и плоскость оптическихъ осей не такъ часто мѣняла свое положеніе.

Измѣненія величины угла оптическихъ осей (для описываемаго препарата турмалина) въ направленіи отъ центра къ периферіи графически можно изобразить посредствомъ кривой, которая, начинаясь на оси абсциссъ, на нѣкоторомъ протяженіи (центральная часть препарата) совпадаетъ съ этой послѣдней, затѣмъ болѣе или менѣе круто поднимается вверхъ и, достигнувъ извѣстнаго предѣла, также круто опускается внизъ до соприкосновенія съ осью абсциссъ, снова круто поднимается вверхъ, но еще выше, чѣмъ прежде, и снова опускается до соприкосновенія съ осью абсциссъ и т. д.... Величины наибольшей ординаты послѣдовательно идущихъ волнъ все возрастаютъ, достигаютъ maximum'а для пограничной области между слоями *B* и *C* и затѣмъ уменьшаются.

Подобный же видъ можетъ имѣть кривая, изображающая графически измѣненія процентнаго содержанія той или другой изоморфно замѣщающей составной части въ данномъ растворѣ, изъ котораго образовался описываемый кристаллъ турмалина. Отсюда можно предполагать о существованіи извѣстной зависимости между измѣненіями угла оптическихъ осей у турмалина и колебаніями въ химическомъ составѣ маточнаго раствора.

Неравномѣрность въ погасаніи препарата особено рѣзко выражается въ случаѣ гипсовой пластинки (для краснаго цвѣта), помѣщаемой обыкновенно подъ угломъ 45° къ плоскостямъ николей. Когда плоскости николей располагаются параллельно и перпендикулярно направленію длины слоевъ, послѣдніе окрашиваются въ красный цвѣтъ; когда слои располагаются параллельно линіи *MM*— оси наименьшей оптической эластичности гипсовой пластинки—, они окрашиваются въ синій и желтый цвѣта; при вращеніи препарата на 90°, синій цвѣтъ мѣняется въ желтый, а желтый въ синій.

Отмѣтимъ слѣдующіе факты.

A. Интенсивность аномальнаго двойнаго преломленія на протяженіи той или другой двуосной полоски не сохраняется, но мѣняется, правда, въ предѣлахъ часто весьма не значительныхъ. Наибольшія измѣненія наблюдаются по краямъ полоски, — у границы сосѣднихъ секторовъ. Положеніе плоскости оптическихъ осей также варіируетъ, и также въ предѣлахъ довольно незначительныхъ.

B. Границы между полосками, принадлежащими сосѣднимъ секторамъ, представляются мало ясными въ большинствѣ случаевъ, почему и не могутъ быть признаны за двойниковыя. То же мы видѣли и для берилла. Но иногда границы эти представляются довольно рѣзкими, даже при большихъ увеличеніяхъ микроскопа. Ниже мы увидимъ, что это явленіе превосходно объясняется скучиваніемъ недѣлимыхъ.

C. Интерференціонныя фигуры, наблюдаемыя въ сходящемся свѣтѣ, представляютъ большую правильность и мало чѣмъ отличаются отъ обычныхъ фигуръ интерференціи, характеризующихъ ромбическіе кристаллы.

D. Для тѣхъ мѣстъ препарата, гдѣ имѣются слои, параллельные плоскостямъ призмы 1-го и 2-го рода, имѣются и двуосныя полоски, отвѣчающія плоскостямъ обѣихъ призмъ. Тамъ-же, гдѣ плоскости призмы 1-го рода слабо развиты, и соотвѣтствующія полоски слабо развиты, а гдѣ плоскости призмы 1-го рода отсутствуютъ, и соотвѣтствующіе секторы (полоски) отсутствуютъ. Мы видѣли, что плоскости призмы 1-го рода вытѣсняются плоскостями призмы 2-го рода въ направленіи отъ центра кристалла къ периферіи. Въ томъ же направленіи вытѣсняются и секторы (полоски), отвѣчающіе плоскостямъ призмы 1-го рода. Такимъ образомъ, оболочка $A$, образованная исключительно слоями, параллельными плоскостямъ призмы 2-го рода, при скрещенныхъ николяхъ, распадается только на шесть оптическихъ секторовъ, соотвѣтственно шести плоскостямъ призмы 2-го рода; тогда какъ оболочки $C$ и $B$

распадаются каждая на 12 оптическихъ секторовъ, соотвѣтственно плоскостямъ обѣихъ призмъ.

Отсюда ясно, что, когда *двуосные* слои оболочки *B*, параллельные любой изъ плоскостей ∞P, поставлены перпендикулярно одной изъ николей и потому окрашены въ красный цвѣтъ, тогда прилежащіе *двуосные* слои оболочки *A* окрашиваются исключительно въ синій и желтый цвѣта; явленіе выражалось-бы еще болѣе рѣзко, если-бы всѣ слои были двуосными; тогда упомянутые слои *B* представляли-бы красное пятно, окруженное синими и желтыми полосами.

Таково вліяніе плоскостей ограниченія на оптическую структуру оптически аномальнаго кристалла. Измѣнилась геометрическая форма кристалла,—измѣнилась и оптически аномальная структура. Исчезла плоскость той или другой формы, — исчезъ и секторъ, ей отвѣчающій.

Выше лежащій шлифъ ничѣмъ не отличается отъ изображеннаго на рис. 3, за исключеніемъ слѣдующей особенности.

На мѣстѣ центральнаго зелено-бураго поля *E* имѣется такого же цвѣта, но несравненно меньшихъ размѣровъ треугольникъ, окруженный полосками, параллельными сторонамъ. И треугольникъ, и полоски почти одноосны и, повидимому, отвѣчаютъ плоскости базиса, окруженнаго плоскостями ромбоэдра (повидимому, основнаго), того же знака, что и нынѣ существующій на кристаллѣ. Это подверждается, между прочимъ, тѣмъ обстоятельствомъ, что положеніе всѣхъ трехъ плоскостей внутренняго ромбоэдра строго отвѣчаетъ положенію плоскостей наружнаго. Полоски погасаютъ параллельно и перпенди кулярно сторонамъ треугольника.

Ясно, что ядро кристалла *E*, буро-зеленаго цвѣта, было образовано плоскостями призмъ 1-го и 2-го рода, базиса и основнаго ромбоэдра, изъ которыхъ каждая обусловила появленіе соотвѣтствующаго оптическаго сектора на поперечныхъ разрѣзахъ.

Шлифъ, изображенный на рис. 2, не содержитъ зелено-бураго поля *E* и образованъ слоями *A*, *B*, *C*; центральная часть *D*, свѣтло-розоваго цвѣта, повидимому, вовсе не слоиста, откуда можно заключить, что отвѣчаетъ она плоскости базиса внутренняго кристалла *D*. Параллельно этой плоскости отложился рядъ слоевъ,— часть этихъ слоевъ и составила центральное поле *D* шлифа, изображеннаго на рис. 2; вотъ почему это поле не показываетъ слоистости. Двуосность для него весьма слабо выражена, при чёмъ мѣста двуосныя и одноосныя распредѣляются крайне неравномѣрно и безъ всякой правильности; подобная структура всегда имѣетъ мѣсто для оптическихъ полей, отвѣчающихъ базису у турмалина, да, кажется, и у всѣхъ веществъ оптически аномальныхъ даннаго типа.

Периферическая часть описываемаго шлифа (слои *A*, *B*, *C*) представляетъ совершенно то же оптическое строеніе, совершенно то же распредѣленіе двуосныхъ полосокъ, что и оба описанные выше шлифа.

Наконецъ, самый верхній шлифъ, изображенный на рис. 1, представляетъ слоистость лишь у периферіи, при чёмъ можно различить слои *A*, *B* и часть (ближайшую къ *B*) слоевъ *C*. Слои *D* и *E* отсутствуютъ. Центральная часть лишена слоистости и, очевидно, образована слоями *A*, отложившимися параллельно базису. Эта часть окрашена въ чистый розовый цвѣтъ, откуда ясно, что желто-бурые слои *B* не отлагались параллельно базису (а также ромбоэдру), но идутъ исключительно параллельно плоскостямъ призмъ.

При скрещенныхъ николяхъ, можно наблюдать у периферіи шлифа три оптическихъ сектора, которые срѣзываютъ попеременно лежащіе углы гексагона и, очевидно, отвѣчаютъ, по своему положенію, тремъ плоскостямъ основнаго ромбоэдра,—вспомнимъ, что шлифъ нашъ пересѣкаетъ эти три плоскости. Описываемые секторы представляются въ видѣ двуосныхъ полосокъ, значитель-

ной ширины, погасающихъ весьма равномѣрно параллельно и перпендикулярно соотвѣтствующимъ плоскостямъ тригональной призмы. Плоскость оптическихъ осей идетъ параллельно соотвѣтствующей плоскости $\infty R$. Замѣчательно, что вещество, слагающее описываемые три сектора, представляетъ уголъ оптическихъ осей весьма значительный (къ сожалѣнію, трудно измѣримый) и несравненно большій, чѣмъ вещество периферическихъ слоевъ кристалла, идущихъ параллельно плоскостямъ призмъ. Подобныя оптическія различія вещества, отложившагося параллельно плоскостямъ различныхъ формъ (въ данномъ случаѣ, ромбоэдра и призмы) прекрасно объясняются скучиваніемъ недѣлимыхъ, какъ мы это увидимъ ниже.

Остальные слои периферической части описываемаго шлифа (слои *A*, *B*, *C*, параллельные плоскостямъ призмы $\infty P2$) представляютъ совершенно ту-же оптическую структуру, что и периферическіе слои нижележащихъ шлифовъ.

Центральная часть шлифа, отвѣчающая базису, представляется слабо двуосной и, въ случаѣ гипсовой пластинки, окрашивается крайне неравномѣрно: красное поле усѣяно пятнами и полосками, синяго и желтаго цвѣта различной интенсивности, мѣняющими цвѣтъ, при вращеніи препарата. Нѣтъ ни малѣйшей возможности уловить какую либо правильность въ распредѣленіи упомянутыхъ пятенъ и полосокъ; и тѣ, и другія представляютъ крайне неясныя очертанія; рѣзкіе контуры, подлежащіе измѣренію, здѣсь *совершенно* отсутствуютъ. Подобную-же картину даютъ всѣ шлифы, вырѣзанные параллельно базису у поверхности кристалла (даннаго типа), если самый базисъ хорошо развитъ...

Заканчивая описаніе кристалла № I, отмѣтимъ пока присутствіе включеній неопредѣленнаго минерала для периферическихъ слоевъ *A* и *C*. Эти включенія распредѣляются часто правильными рядами параллельно плоскостямъ призмъ и базиса (?) и пріурочены главнымъ образомъ къ области слоевъ, для которыхъ опти-

ческая аномалія выражена особенно явственно, а именно, къ области слоевъ, пограничныхъ между *B* и *C*. Наблюдаются, впрочемъ, весьма нерѣдко и для слоевъ *A*; вотъ почему включенія эти встрѣчаются не только въ периферической, но и въ центральной части самаго верхняго шлифа, тогда какъ для шлифовъ, ниже лежащихъ, онѣ наблюдаются исключительно въ области слоевъ периферическихъ.

Минералъ, которому принадлежатъ эти включенія, опредѣлить не удалось. Нѣтъ сомнѣнія, что это минералъ оптически отрицательный, двуосный и при томъ съ весьма большимъ угломъ оптическихъ осей; включенія его имѣютъ иногда гексагональныя очертанія, въ обыкновенномъ свѣтѣ мало чѣмъ отличаются отъ основной массы турмалина: тотъ же приблизительно коэффиціентъ преломленія, та-же окраска (свѣтло-розовая, иногда въ центрѣ свѣтло-зеленая); въ параллельно поляризованномъ свѣтѣ, при скрещенныхъ николяхъ, представляетъ яркіе поляризаціонные цвѣта, мѣняющіеся отъ центра къ периферіи; при этомъ обнаруживается зонарное строеніе включеній. Въ сходящемся свѣтѣ можно наблюдать гиперболы, сильно расходящіяся...

Очевидно, включенія этого минерала въ маточной массѣ турмалина играютъ совершенно ту же роль, что и включенія турмалина въ маточной массѣ берилла [1]) съ Ильменскихъ горъ.

Въ обоихъ случаяхъ включенія чуждаго минерала пріурочены къ мѣстамъ, для которыхъ оптическая аномалія особенно рѣзко выражена, а именно къ области периферическихъ слоевъ кристалла. Отсюда можно думать, что въ обоихъ случаяхъ оптическая аномалія есть результатъ изоморфныхъ подмѣсей. Первоначально растворъ составныхъ частей турмалина былъ болѣе или менѣе чистый и послужилъ къ образованію оптически нормальнаго или почти нормальнаго ядра нашихъ кристалловъ; затѣмъ къ

---

[1]) l. c. p. 13.

данному раствору подмѣшался растворъ составныхъ частей неизвѣстнаго минерала, произошли изоморфныя замѣщенія, и неизвѣстный минералъ отложился въ видѣ включеній одновременно съ периферическими слоями турмалина, оптически аномальными и химически нечистыми. Вспомнимъ, что измѣненія угла оптическихъ осей представляютъ тотъ же характеръ, что и требуемыя теоріей колебанія въ химическомъ составѣ маточнаго раствора.

Обратимся теперь къ разсмотрѣнію продольныхъ (параллельныхъ вертикальной оси) шлифовъ, приготовленныхъ изъ кристалловъ описываемаго типа.

Наилучшій изъ этихъ шлифовъ вырѣзанъ изъ кристалла №II, параллельно одной изъ плоскостей призмы 2-го рода, и изображенъ на рис. 9 (таб. VII).

Кристаллъ №II представляетъ совершенно ту-же структуру и совершенно тотъ же кристаллографическій видъ, что и кристаллъ №I. Тождество условій образованія обоихъ кристалловъ доказывается, между прочимъ, путемъ сравненія рис. 1, 2, 3 и 9 (ниже, въ главѣ о скучиваніи, мы увидимъ, почему намъ важно доказать подобное тождество).

Слои *Ma* окрашены въ розовый цвѣтъ (лучъ обыкновенный), при вращеніи препарата, переходящій въ блѣдно-розовый; розовая окраска интенсивнѣе въ *M*. Слои *ac* окрашены въ буро-желтый цвѣтъ [1]) (л. об.), въ *B* особенно интенсивный; при вращеніи препарата, переходитъ въ блѣдно-бурый—почти бѣлый (л. необ.). Очевидно, слои эти отвѣчаютъ слоямъ *B* кристалла №I, тогда какъ слои *Ma* — оболочкѣ *A*. Слои *cf* — окрашены опять въ розовый цвѣтъ, особенно интенсивный въ *DE* и, очевидно, отвѣчаютъ оболочкѣ *C* кристалла №I. Между *f* и *f* идутъ слои, совершенно безцвѣтные, лишенные плеохроизма (оболочка *D*). Ядро кристалла окрашено въ густой бурый цвѣтъ (л. об.), осо-

---

[1]) На рис. 9 желто-бурый цвѣтъ всюду обозначенъ пунктиромъ.

бенно интенсивный у краевъ и сильно блѣднѣющій, при вращеніи препарата. Очевидно, ядро это тождественно ядру *E* кристалла №I.

Измѣреніе угловъ показало, что слои *r*, а равно и *l*, отвѣчаютъ плоскостямъ основнаго ромбоэдра, а слои *n* плоскости отрицательнаго ромбоэдра ($\bar{1}11$) — 2R.

Ясно, что для кристалла № II имѣли мѣсто приблизительно тѣ-же измѣненія геометрической формы, а одновременно и химическаго состава растворовъ, что и для кристалла № I. Прямыя I, II, III и IV на рис. 9 изображаютъ относительное положеніе четырехъ поперечныхъ шлифовъ, вырѣзанныхъ изъ кристалла №I.

Разсматривая описываемый продольный шлифъ въ параллельно поляризованномъ свѣтѣ замѣчаемъ, что для всѣхъ пунктовъ погасаніе строго отвѣчаетъ направленію вертикальной оси кристалла. Отсюда выводимъ заключеніе, что ось наибольшей оптической эластичности (кристаллы турмалина оптически отрицательны) совпадаетъ съ вертикальной осью кристалла для всѣхъ элементарныхъ составляющихъ [1]) кристалла. Тѣ-же отношенія показываютъ и другіе продольные шлифы турмалина. То же мы видѣли и для берилла [2]). И для кристалла № II имѣютъ мѣсто включенія того-же неизвѣстнаго минерала, что и для кристалла № I; включенія эти пріурочены къ периферической части кристалла. Замѣчательно, что онѣ *особенно многочисленны* въ области слоевъ, параллельныхъ плоскости основнаго ромбоэдра (довольно сильно развитой, см. рис.), тогда какъ въ области другихъ слоевъ попадаются гораздо рѣже. Явленіе это объясняется скучиваніемъ недѣлимыхъ (см. 2-ю главу).

---

[1]) Въ смыслѣ схемы нѣмецкихъ авторовъ (Klocke, Klein), по которой оптически аномальный кристаллъ распадается, соотвѣтственно плоскостямъ ограниченія, на части различнаго оптическаго значенія; каждая элементарная часть имѣетъ видъ пирамиды, вершина которой въ центрѣ кристалла.

[2]) l. c. p. 12, внизу.

«Вліяніе плоскостей ограниченія» имѣетъ мѣсто не только для кристалла № I, но и для кристалловъ № III, № IV и для всѣхъ вообще кристалловъ даннаго типа, а такихъ изслѣдовано болѣе десяти. Для одного кристалла, представлявшаго помимо другихъ плоскостей еще плоскость $(\bar{1}11)$ — 2R, доказано вліяніе и этой послѣдней плоскости.

Подобныя же структурныя отношенія представляютъ и другіе слоистые кристаллы турмалина иной окраски, чѣмъ описанные выше. Таковы малиновые, лимонно-желтые и зеленые кристаллы турмалина. Къ сожалѣнію, для большинства имѣвшихся въ моемъ распоряженіи кристалловъ мѣсторожденіе неизвѣстно.

Перехожу теперь къ описанію замѣчательнаго кристалла (№ V), послужившаго мнѣ къ открытію явленія аномальнаго трихроизма [1]) (мѣсторожденіе этого кристалла неизвѣстно).

Въ статьѣ моей о трихроизмѣ турмалина кристаллъ этотъ описанъ лишь въ общихъ чертахъ; описывалась идеальная структура базальнаго шлифа, вырѣзаннаго изъ средины кристалла. Но изъ даннаго кристалла было приготовлено слишкомъ шесть базальныхъ шлифовъ, изъ которыхъ каждый представляетъ свои особенности. Поэтому мы опишемъ всѣ эти шлифы по порядку, за исключеніемъ самаго нижняго, ничѣмъ не отличающагося отъ выше лежащаго. Верхній изъ описываемыхъ шлифовъ изображенъ на рис. 4 (таб. VI), самый нижній на рис. 8 (таб. VII), остальные на рис. 5 (таб. VI), 6 и 7 (таб. VII).

Длина кристалла по вертикальной оси приблизительно равна 7 mm., ширина по одной изъ горизонтальныхъ осей 6 mm., по другой 4,4 mm. При разсматриваніи кристалла въ сильную лупу, не трудно было замѣтить, что въ срединной части кристалла преобладаетъ слоистость, параллельная вертикальной оси; лишь у

---

[1]) См. статью мою „О трихроизмѣ турмалина“. Труды С.-Пб. Общ. Естеств. 1890.

верхняго и нижняго концовъ можно было констатировать кое-гдѣ слои, параллельные плоскостямъ ромбоэдровъ. Кристаллъ окрашенъ въ зелёно-бурый цвѣтъ и образованъ съ одного лишь конца. Онъ представляетъ три плоскости $(100) + R$, двѣ плоскости $(2\bar{1}\bar{1})\ \infty R$, четыре плоскости $(01\bar{1})\ \infty P2$ и, сверхъ того, еще двѣ плоскости $(3\bar{1}\bar{1}) + 4R$, одну $(\bar{1}11) - 2R$ и одну $(75\bar{5}) - \frac{r}{l}\frac{\frac{12}{7}P6}{4}$. Замѣтимъ, что форма $+4R$ [1]) встрѣчается на столько рѣдко, что углы ея плоскостей даже не были измѣряемы Ерофеевымъ, а ромбоэдръ 3-го рода встрѣчается и того рѣже.

Прежде чѣмъ распилить кристаллъ, я опредѣлилъ для него обычнымъ путемъ цвѣта дихроизма, при чемъ оказалось, что лучъ необыкновенный окрашивается въ яркій зеленый цвѣтъ (цвѣтъ оси), а лучъ обыкновенный — въ желто-бурый (цвѣтъ базиса).

Самый верхній шлифъ (рис. 4) проходитъ черезъ вершину кристалла, пересѣкаетъ всѣ три плоскости основнаго ромбоэдра и потому имѣетъ видъ треугольника (на рисункѣ, впрочемъ, края мѣстами обломаны).

Въ параллельно поляризованномъ свѣтѣ и при употребленіи гипсовой пластинки, шлифъ представляется раздѣленнымъ линіями, достаточно рѣзкими, на три сектора, соотвѣтственно плоскостямъ основнаго ромбоэдра.

Наиболѣе интенсивной поляризаціонной окраской отличаются края шлифа, имѣющіе видъ яркихъ красныхъ, синихъ и желтыхъ полосокъ (см. рис.), измѣняющихъ цвѣтъ, при вращеніи шлифа. Когда ось *ММ* наименьшей оптической эластичности гипсовой пластинки перпендикулярна периферической сторонѣ сектора $+R_{II}$, послѣдній окрашивается въ синеватый и синій цвѣта,

[1]) Уг. $(3\bar{1}\bar{1}):(100)$ измѣренъ мною въ 143° 16′ (по вычисленію Ерофеева, = 143° 8′ 46″).

оба другіе окрашиваются болѣе или менѣе равномѣрно въ желтоватый и желтый. Плоскость оптическихъ осей перпендикулярна соотвѣтствующимъ сторонамъ шлифа (треугольника). Весь шлифъ въ обыкновенномъ свѣтѣ представляется довольно равномѣрно окрашеннымъ въ желтовато-бурый цвѣтъ, и явленіе трихроизма (см. ниже) для него выражено весьма слабо.

Нижележащій шлифъ, изображенный на рис. 5, обломанъ съ одной стороны; это не мѣшаетъ однако, разглядѣть въ срединной части препарата слоистость, параллельную тремъ плоскостямъ призмы 2-го рода: $\infty P2_{II}$, $\infty P2_{III}$, и $\infty P2_{IV}$ и одной изъ плоскостей внутренней тригональной призмы, иной оріентировки (инаго знака), чѣмъ та, которая нынѣ сущесвуетъ на нашемъ кристаллѣ. Описываемый шлифъ пересѣкаетъ плоскость формы $+ 4R$, плоскость $- 2R$, и плоскость ромбоэдра 3-го рода $(75\bar{5})$. Параллельно послѣдней слоистости не замѣчается; не замѣчается и соотвѣтствующаго оптическаго сектора, тогда какъ подобные секторы имѣются и для плоскости $+ 4R$, и для плоскости $- 2R$. Подобное-же явленіе мы наблюдали для кристалла № I, именно на шлифѣ, изображенномъ на рис. 3: для одной изъ плоскостей $\infty P$, именно для $\infty P_V$, слоистость отсутствуетъ, — нѣтъ и соотвѣтствующаго оптическаго сектора. Въ послѣдней главѣ мы ближе коснемся этихъ особенностей. Теперь же займемся оптическими отношеніями имѣющихся на лицо секторовъ слоистости.

Замѣчательны слѣдующія различія вещества, слагающаго описываемый шлифъ.

Параллельно плоскостямъ призмы 2-го рода отложилось вещество, весьма мало трихроичное, хотя и окрашенное въ свѣтлый желтовато-бурый цвѣтъ; уголъ оптическихъ осей здѣсь весьма невеликъ, плоскость осей то параллельна, то перпендикулярна направленію длины слоя; положеніе плоскости оптическихъ осей на протяженіи даннаго слоя варіируетъ часто довольно значи-

тельно; двуосные слои обоихъ родовъ, съ большимъ или меньшимъ угломъ оптическихъ осей, чередуются между собою и со слоями вовсе одноосными; ясно, что секторы погасаютъ приблизительно параллельно и перпендикулярно соотвѣтствующимъ плоскостямъ призмы 2-го рода. Тѣми-же оптическими особенностями отличается вещество, образующее центральное поле *M*, которое составлено слоями, параллельными плоскостямъ призмы $\infty P2$, весьма, впрочемъ, трудно отличимыми.

Небольшой треугольникъ, видимый слѣва вверху шлифа (слоистость въ немъ почти вовсе не замѣтна, — до того однородно вещество, его слагающее) и отвѣчающій плоскости $\infty R$ или одного изъ отрицательныхъ ромбоэдровъ, окрашенъ весьма интенсивно въ тотъ-же желтовато-бурый цвѣтъ, однако, трихроизма почти вовсе не обнаруживаетъ, что согласуется съ крайне ничтожнымъ угломъ оптическихъ осей.

Напротивъ, секторъ *A*, образованный слоями [1]), параллельными плоскостямъ тригональной призмы $\infty R$ [2]) $(\bar{2}11)$ $(1\bar{2}1)$ $(11\bar{2})$, нѣкогда существовавшей для даннаго кристалла, теперь-же отсутствующей, окрашенъ въ густой желтовато-бурый цвѣтъ и обнаруживаетъ весьма сильный трихроизмъ; уголъ оптическихъ осей весьма великъ, наичаще достигаетъ величины 22° 12′ (!!), при чемъ колеблется между 18° 50′ (ближе къ периферіи кристалла) и 23° 20′ (ближе къ центру кристалла). Плоскость оптическихъ осей перпендикулярна плоскости $-\infty R$. Цвѣта базиса: лучъ, колеблющійся параллельно плоскости оптическихъ осей,

---

[1]) Слоистость замѣтна въ той части сектора, которая лежитъ ближе къ периферіи шлифа, и почти вовсе не замѣтна въ мѣстахъ, ближе къ центру расположенныхъ. Вообще, секторъ *A* на всѣхъ препаратахъ описываемаго кристалла поражаетъ своей однородностью.

[2]) Эту плоскость въ статьѣ моей о трихроизмѣ турмалина я обозначилъ $-\infty R$ въ отличіе отъ плоскости $+\infty R$ $(2\bar{1}\bar{1})$ $(\bar{1}2\bar{1})$ $(\bar{1}\bar{1}2)$, нынѣ имѣющейся на кристаллѣ.

окрашивается въ желто-бурый цвѣтъ, а лучъ, колеблющійся перпендикулярно этой плоскости—въ свѣтлый желто-бурый цвѣтъ.

Наконецъ, параллельно плоскостямъ + 4R и —2R отложились слои, вовсе лишенные окраски и трихроизма,—между тѣмъ и здѣсь уголъ осей великъ необычайно и достигаетъ 19° 30′; плоскость осей перпендикулярна соотвѣтствующимъ сторонамъ шлифа. Граница между секторами +4R и — 2R представляется весьма мало ясной.

На рисункѣ 6 изображенъ шлифъ, еще ниже лежащій, чѣмъ описанный выше. Этотъ шлифъ пересѣкаетъ обѣ плоскости $(3\overline{1}\overline{1})$ + 4R и двѣ изъ плоскостей призмы 2-го рода: $\infty P2_{II}$ и $\infty P2_{III}$. Часть шлифа, къ сожалѣнію, обломалась во время шлифовки и нѣсколько перемѣстилась влѣво. Это, впрочемъ, не измѣнило общаго характера явленій.

Въ срединной части шлифа, помимо слоистости, параллельной плоскостямъ $\infty P2_{II}$, $\infty P2_{III}$ и $\infty P2_{IV}$, можно отличить еще слоистость, параллельную плоскости $\infty P2_{I}$; интенсивность окраски, сила трихроизма и величина угла оптическихъ осей тѣ-же, что и для соотвѣтствующихъ мѣстъ предъидущаго шлифа.

Параллельно плоскостямъ $+4R_{I}$ отложилось вещество тѣхъ-же оптическихъ особенностей (безцвѣтное, лишенное трихроизма и съ громаднымъ угломъ опт. осей), что и образующее секторъ $+4R_{II}$. Соотвѣтственно плоскостямъ $\infty P2_{II}$ и $\infty P2_{III}$, замѣчаются у периферіи полоски, весьма слабо двуосныя, слабо трихроичныя и окрашенныя въ желтовато-бурый цвѣтъ центральнаго поля. Плоскость оптическихъ осей для всѣхъ периферическихъ секторовъ перпендикулярна соотвѣтствующимъ сторонамъ шлифа.

Наконецъ, имѣется еще секторъ *A*, занимающій то же положеніе, что и на предъидущемъ шлифѣ.

Препаратъ, изображенный на рис. 7, перерѣзалъ плоскость $(3\overline{1}\overline{1})$ + $4R_{I}$ (наиболѣе развитую изъ всѣхъ плоскостей кристалла), $\infty P2_{II}$, $\infty P2_{III}$ и $\infty P2_{IV}$; часть шлифа, прилегающая

къ послѣдней ($\infty P2_{IV}$), къ сожалѣнію, обломалась во время шлифовки, что не мѣшало, однако, констатировать и для этой плоскости соотвѣтствующій оптическій секторъ.

Описываемый шлифъ, приготовленный чище и удачнѣе другихъ, даетъ возможность констатировать большую неравномѣрность въ окраскѣ центральнаго поля. Можно ясно видѣть, какъ слои, окрашенные въ желто-бурый цвѣтъ, чередуются со слоями, окрашенными въ тотъ-же цвѣтъ, но меньшей интенсивности,—вмѣстѣ съ окраской мѣняется и сила трихроизма. Углы внутреннихъ плоскостей призмы втораго рода представляются какъ бы заполненными желто-бурымъ [1]) трихроичнымъ веществомъ и выдѣляются на столько отчетливо, что легко могутъ быть измѣрены.

Вторая особенность даннаго шлифа, — это присутствіе сектора *B*, представляющаго то же строеніе, что и секторъ *A* (сильный трихроизмъ, густую окраску, огромный уголъ опт. осей, уменьшающійся по направленію къ периферіи сектора), но отвѣчающаго другой плоскости тригональной призмы — $\infty R$, формы, не существующей въ настоящее время на нашемъ кристаллѣ.

Въ остальныхъ пунктахъ пластинки характеръ явленій тотъже, что и для предъидущихъ шлифовъ.

Наконецъ, на рисункѣ 8, изображающемъ еще ниже вырѣзанный изъ кристалла шлифъ, обнаруживается присутствіе сектора *C*, отвѣчающаго третьей плоскости — $\infty R$ и представляющаго то же строеніе, что и секторы *A* и *B*. Данный шлифъ пересѣкаетъ исключительно плоскости призмъ 1-го и 2-го рода ($\infty P2_{I}$, $+\infty R_{I}$, $\infty P2_{II}$, $\infty P2_{III}$ и $+\infty R_{II}$); для всѣхъ периферическихъ секторовъ, отвѣчающихъ плоскостямъ призмъ, трихроизмъ выраженъ весьма слабо, уголъ осей весьма невеликъ, и желто-

---

[1]) На рисункѣ мѣста, окрашенныя въ желто-бурый цвѣтъ различной интенсивности, обозначены пунктиромъ различной густоты.

бурая окраска сохраняетъ интенсивность центральнаго поля; плоскость осей, какъ и для предъидущихъ шлифовъ, перпендикулярна соотвѣтствующимъ плоскостямъ призмъ.

Для двухъ послѣднихъ изъ описанныхъ шлифовъ нѣкоторая часть $N$ (лѣвая, на рис.) центральнаго поля вовсе не обнаруживаетъ слоистости, почти совершенно одноосна и лишена трихроизма; процессъ отложенія вещества, повидимому, шелъ здѣсь весьма правильно и равномѣрно.

На самомъ нижнемъ, къ сожалѣнію, сильно попорченномъ шлифѣ можно видѣть между прочимъ секторы $C$ и $+ \infty R_I$ сохранившими присущее имъ строеніе.

Отмѣтимъ здѣсь тотъ весьма важный фактъ, что, какъ въ обыкновенномъ, такъ и въ параллельно-поляризованномъ свѣтѣ секторы $A$, $B$ и $C$ отдѣляются отъ прочей части препаратовъ границами весьма рѣзкими, даже при самыхъ большихъ увеличеніяхъ микроскопа, и какъ бы напоминающими собою двойниковыя. Въ слѣдующей главѣ мы увидимъ, однако, почему ихъ нельзя признать за таковыя. Напротивъ, периферическіе секторы, отвѣчающіе плоскостямъ призмы 1-го и 2-го рода, отдѣляются одинъ отъ другаго границами весьма мало ясными; замѣтимъ кстати, что самыя плоскости призмъ, ограничивающія кристаллъ въ настоящее время, дѣлаютъ между собою углы, весьма мало отличающіеся отъ нормальныхъ угловъ гексагональной системы.

Такимъ образомъ описываемый кристаллъ (№ V) представляетъ удивительные факты почти исключительнаго отложенія слоевъ опредѣленнаго оптическаго и, вообще, физическаго характера параллельно плоскостямъ той или другой излюбленной формы.

Кристаллъ нашъ образованъ веществомъ 3-хъ родовъ.

Параллельно плоскостямъ $+ 4R$ и $- 2R$ отложилось вещество безцвѣтное, лишенное трихроизма и съ весьма большимъ угломъ оптическихъ осей (19° 30′).

Параллельно плоскостямъ +R, ∞P2 и + ∞R отложилось вещество, слабо окрашенное въ желто-бурый цвѣтъ, слабо трихроичное и съ весьма небольшимъ угломъ оптическихъ осей, при чёмъ интенсивность окраски, а равно сила трихроизма и величина угла оптическихъ осей для различныхъ пунктовъ пластинки варіируютъ, правда, въ предѣлахъ довольно незначительныхъ.

Параллельно плоскостямъ — ∞R (нынѣ не существующей) отложилось вещество, густо окрашенное въ желто-бурый цвѣтъ, сильно трихроичное и съ огромнымъ угломъ оптическихъ осей (23° 20′ — 18° 55′).

Наконецъ, параллельно плоскости ($75\bar{5}$) никакихъ слоевъ не отложилось.

Добавимъ къ сказанному, что ни одинъ изъ зеленыхъ и зелено-бурыхъ кристалловъ турмалина (изъ Сибири, изъ Бразиліи), какіе только имѣлись въ моемъ распоряженіи, не представлялъ ни такого сложнаго строенія, ни такого громаднаго угла оптическихъ осей (23° 20′). И вообще, ни одинъ изъ кристалловъ турмалина, изученныхъ мною, не представлялъ такого сильнаго расхожденія гиперболъ. Наибольшимъ угломъ оптическихъ осей изъ остальныхъ кристалловъ обладаетъ кристаллъ № I, да и тутъ уголъ осей не превышаетъ 9°—10°. Что-же касается зеленыхъ и зелено-бурыхъ кристалловъ турмалина, то послѣдніе представляютъ вообще то же оптическое строеніе, тѣ же двуосныя полоски, параллельныя сторонамъ ограниченія шлифа, тѣ же погасанія, что и слоистые розово-желтые кристаллы изъ Сарапульска. Только слоистость периферической части выражена гораздо слабѣе, и явленія происходятъ гораздо менѣе отчетливо. Центральная часть шлифовъпочти строго одноосна и лишена слоистости.

Выше мы замѣтили, что двуосные секторы *A*, *B*, *C* представляютъ весьма замѣчательную однородность своей физической структуры. Согласно съ этимъ, интерференціонныя фигуры, наблюдаемыя

въ сходящемся свѣтѣ, представляютъ большую правильность геометрическую и ни чѣмъ почти не отличаются отъ интерференціонныхъ фигуръ ромбическихъ кристалловъ. Замѣчательно еще то обстоятельство, что для кристалла № V двуосныя мѣста сконцентрированы на большой площади (секторовъ *A*, *B*, *C*), тогда какъ для всѣхъ остальныхъ кристалловъ представляются въ видѣ крайне узкихъ и при томъ весьма немногочисленныхъ полосокъ, занимающихъ даже въ общей сложности площадь весьма ничтожную.

Ерофеевъ, желая показать, что турмалинъ не представляетъ истинной двуосности, приготовилъ изъ одного кристалла (Шайтанка) призму, преломляющее ребро которой перпендикулярно вертикальной оси [1]). При условіяхъ двуосности, призма должна была-бы дать два спектра, поляризованные въ плоскостяхъ, взаимно перпендикулярныхъ. Такихъ спектровъ Ерофеевъ не получилъ, откуда и вывелъ заключеніе, что турмалинъ не представляетъ истинной двуосности. Изъ сказаннаго выше ясно, что призма, приготовленная изъ любаго кристалла типа сарапульскихъ, не можетъ дать спектровъ, отвѣчающихъ двуосному минералу, потому что слои одноосные во много разъ преобладаютъ надъ двуосными, и каждый лучъ свѣта долженъ пройти сквозь массу вещества, почти сплошь одноосную. Но, если-бы Ерофеевъ приготовилъ свою призму именно изъ той части кристалла № V, для которой уголъ оптическихъ осей равенъ 18° 55′ — 23° 20′, то навѣрно получилъ-бы спектры, отвѣчающіе двуосному минералу.

Однимъ изъ шлифовъ кристалла № V я воспользовался для того, что-бы изучить измѣненія угла оптическихъ осей турмалина подъ вліяніемъ нагрѣванія. Наблюденіе производилось съ помощью аппарата проф. Грота сперва при температурахъ отъ 0° до 300°, затѣмъ отъ 300° до 500° — 600°. При этомъ оказалось, что уголъ опт. осей, измѣренный до начала опыта въ 22° 12′, сохра-

---

1) l. c. p. 21—22.

нилъ свою величину во все продолженіе опыта, при всѣхъ температурахъ отъ 0° до 600°, не измѣнивъ ее замѣтнымъ образомъ (сравн. данныя Дельтера). Равнымъ образомъ, и трихроизмъ сохранился, какъ во время нагрѣванія, такъ и послѣ нагрѣванія. Первоначально я думалъ, что интенсивность трихроизма послѣ нагрѣванія осталась прежнею. Но когда я довелъ кальцинированный препаратъ до той толщины, какую имѣютъ препараты не кальцинированные тогда я увидѣлъ, что интенсивность желто-бурой окраски послѣ нагрѣванія повышается, и трихроизмъ выражается болѣе рѣзко. Обстоятельство это находится въ связи съ давнишними опытами Раммельсберга и недавними Р. Шарицера [1]) надъ измѣненіями окраски турмалина подъ вліяніемъ нагрѣванія. По даннымъ перваго, всѣ турмалины, по даннымъ втораго, темно-синіе и зеленые бурѣютъ при нагрѣваніи. Измѣненія окраски, а вмѣстѣ съ тѣмъ цвѣтовъ дихроизма, по Шарицеру, объясняются образованіемъ высшихъ степеней окисленія марганца [2]) подъ вліяніемъ нагрѣванія. Тѣ-же причины, по всей вѣроятности, имѣютъ мѣсто и для моихъ препаратовъ. Подъ вліяніемъ нагрѣванія усиливаются различія въ окраскѣ различныхъ слоевъ препарата, — обстоятельство, указывающее на различное процентное содержаніе марганца, слѣдовательно, на различія въ химическомъ составѣ для различныхъ слоевъ кристалла № V.

Тщетно искалъ я въ другихъ кристаллахъ турмалина аномальнаго трихроизма. Вторично удалось мнѣ констатировать его на кристаллахъ апатита [3]) изъ Эренфридерсдорфа. Кристаллы эти окрашены въ слабый синевато-фіолетовый цвѣтъ и представляютъ плоскости базиса, широко развитаго, и призмы; комбинаціонныя ребра базиса и призмы притуплены крайне узкими плоскостями

---

[1]) R. Scharizer. Zeitschr. f. Kryst. 1889, S. 358—364.

[2]) Содержится въ кристаллахъ турмалина главнымъ образомъ въ видѣ *Mn O*.

[3]) Кусокъ кварцевой породы съ кристаллами апатита я получилъ отъ А. А. Лёша, за что выражаю ему здѣсь искреннюю мою признательность.

пирамиды. Кристаллы эти оптически аномальны, при чемъ наибольшій уголъ оптическихъ осей, а вмѣстѣ и трихроизмъ пріурочены къ периферіи кристалла. Цвѣтъ оси — красновато-фіолетовый; цвѣта базиса: параллельно плоскости осей колеблется лучъ, окрашенный въ блѣдный синевато-фіолетовый цвѣтъ съ синеватымъ оттѣнкомъ, перпендикулярно къ плоскости осей колеблется лучъ, окрашенный въ блѣдный синевато-фіолетовый цвѣтъ съ красноватымъ оттѣнкомъ. Явленіе наблюдается лишь на толстыхъ пластинкахъ. На тонкихъ базальныхъ препаратахъ измѣненій въ окраскѣ при вращеніи шлифа не замѣчается. Ниже мы опишемъ нѣкоторые шлифы, приготовленные изъ данныхъ кристалловъ апатита (см. главу III стр. 279. 280).

Резюмируя сказанное объ оптической аномаліи турмалина, приходимъ къ слѣдующимъ заключеніямъ.

Оптическая аномалія турмалина совершенно того-же типа, что и оптическая аномалія берилла, граната.

Оптическія различія различныхъ слоевъ кристалла тѣсно связаны съ послѣдовательными измѣненіями геометрической формы, а равно и химическаго состава, имѣвшими мѣсто при кристаллизаціи вещества. Каждой плоскости кристалла, какъ нынѣ существующей, такъ и раньше существовавшей отвѣчаетъ особое элементарное «недѣлимое» [1]) или даже цѣлая система «недѣлимыхъ» (слоевъ), приблизительно параллельно расположенныхъ и приблизительно эквивалентныхъ другъ другу.... Впрочемъ, нѣкоторыя плоскости кристалла (параллельно которымъ слоистость отсутствуетъ) составляютъ исключеніе, о чёмъ ниже (см. главу III).

На оптическихъ разрѣзахъ границы сосѣднихъ недѣлимыхъ вообще представляются крайне мало ясными; но бываютъ исключенія, и эти кажущіяся исключенія превосходно объясняются скучиваніемъ недѣлимыхъ (см. главу II).

---

[1]) „Недѣлимое" — въ смыслѣ оптическомъ, но не кристаллографическомъ, см. примѣч. 1, стр. 223.

Двуосныя недѣлимыя на базальныхъ шлифахъ представляются въ видѣ узенькихъ полосокъ; уголъ осей вообще не великъ. Только въ рѣдкихъ случаяхъ (кристаллъ № V) двуосное вещество сконцентрировано на большихъ площадяхъ, и уголъ осей достигаетъ большой величины (23° 20′).

Интерференцiонныя фигуры, наблюдаемыя въ сходящемся свѣтѣ, отвѣчаютъ симметрiи ромбическихъ кристалловъ.

Ось наибольшей оптической эластичности для всѣхъ элементарныхъ недѣлимыхъ кристалла совпадаетъ съ вертикальной осью кристалла; двѣ другiя лежатъ въ плоскости базиса. Этимъ отличаются оптически аномальные кристаллы гексагональной системы отъ оптически аномальныхъ кристалловъ правильной системы (гранатъ), для которыхъ оси наибольшей опт. эластичности сосѣднихъ элементарныхъ составляющихъ дѣлаютъ между собою нѣкоторый уголъ; величина послѣдняго зависитъ отъ геометрической формы кристалла.

Нѣкоторые (весьма рѣдкiе) кристаллы турмалина и апатита обладаютъ аномальнымъ трихроизмомъ.

---

## II. О явленіяхъ скучиванія недѣлимыхъ въ связи съ явленіями оптической аномаліи у турмалина.

При кристаллооптическомъ изслѣдованіи, необходимо оптически аномальный кристаллъ распилить на нѣсколько частей и изъ этихъ послѣднихъ приготовить шлифы. Очевидно, послѣ такой манипуляціи, кристаллъ, замѣчательный въ кристаллографическомъ отношеніи, не можетъ уже сохраниться для коллекціи, какъ это бываетъ обыкновенно послѣ кристаллографическаго изученія. Вотъ почему для моего изслѣдованія я не могъ получить кристалловъ, богатыхъ плоскостями и хорошо образованныхъ. Кромѣ плоскостей основнаго ромбоэдра, да отрицательнаго $-2R$, плоскости ромбоэдрическія на моихъ кристаллахъ почти отсутствовали. Такимъ образомъ, явленія скучиванія недѣлимыхъ мнѣ оставалась изучать кристаллографически лишь на плоскостяхъ призмъ, которыя однако представлялись крайне мало годными къ измѣренію. Единственное исключеніе составлялъ кристаллъ № III, измѣреніе плоскостей котораго привожу ниже.

Какъ извѣстно, для однихъ кристалловъ турмалина углы призмы 2-го рода ничѣмъ не отличаются одинъ отъ другаго (крист. № I), для другихъ — углы закругленные чередуются съ углами незакругленными (крист. № III); послѣдніе (незакругленные) углы отвѣчаютъ плоскости основнаго ромбоэдра на томъ концѣ кристалла, гдѣ базисъ преобладаетъ. Углы закругленные образованы многочисленными плоскостями, до того узкими, что изображенія сигнала для всѣхъ плоскостей этихъ, при измѣреніи такого закругленнаго угла, сливаются въ одну сплошную полосу, лежащую въ поясѣ базиса [1]). На кристаллѣ № III составляющія плоскости закруглен-

[1]) То же говоритъ и Ерофеевъ: l. c. p. 50. Замѣчательно еще то обстоятельство, что въ большинствѣ случаевъ этого рода противолежащія плоскости призмы ($\infty P2$) представляются непараллельными. Дѣло въ томъ, что плоскости вицинальныхъ и дитригональныхъ формъ въ этихъ случаяхъ вытѣсняютъ почти совершенно нѣкоторыя изъ плоскостей истинной гексагональной призмы 2-го рода.

ныхъ угловъ не такъ многочисленны и развиты достаточно широко, что-бы можно было измѣрить углы, образуемые ими. Подобныя измѣренія и были произведены мною, съ помощью Митчерлихова гоніометра съ 2-мя трубами, для двухъ закругленныхъ угловъ кристалла № III,—третій былъ обломанъ. Обозначу сохранившіяся плоскости призмы 2-го рода черезъ *a*, *b*, *c*, *d*, *e*; шестой плоскости *f* не достаетъ. Закругленные углы образованы плоскостями *a* и *b*, *c* и *d*. Измѣреніе угловъ, образуемыхъ плоскостью *a* съ послѣдовательно лежащими вицинальными плоскостями закругленнаго угла $\frac{a}{b}$, производилось въ направленіи отъ *a* къ *b*; равнымъ образомъ, измѣреніе угла $\frac{c}{d}$ шло въ направленіи отъ *c* къ *d*. Нижеприводимая табличка содержитъ среднія изъ нѣсколькихъ наблюденныхъ величинъ.

| | Плоскость *a* дѣлаетъ ∠∠ | | Плоскость *c*: | | |
|---|---|---|---|---|---|
| съ плоскостями: | α | 169° 20′ | | | $(\bar{5}14)$? |
| | | | β | 163° 13′ | |
| | | | γ | 157° 45′ | |
| | δ | 154° 25′ | δ | 154° 27′ | $(7\overline{34})$? |
| | | | ε | 152° 54′ | |
| | ζ | 151° 15′ | ζ | 151° 18′ | |
| | η | 149° 18′ | | | |
| | | | ϑ | 137° 13′ | |
| | ι | 136° 36′ | | | $(4\overline{13})$? |
| | κ | 128° 30′ | | | |
| | | | *d* | 127° 16′ | $(7\overline{16})$? |
| | λ | 126° 21′ | | | |
| | μ | 124° 15′ | | | |
| | *b* | 118° 36′ | | | |

$$\text{Уголъ } \frac{b}{c} = 120^\circ\, 0'\, 0''.$$

Отмѣтимъ здѣсь слѣдующія обстоятельства.

1) Разсматривая табличку, не трудно замѣтить, что плоскости, констатированныя для одного закругленнаго угла, не повторяются для другаго, за исключеніемъ плоскостей $\delta$ и $\zeta$. Отсюда съ точки зрѣнія представленій Ерофеева, нужно допустить, что появленіе нѣкоторыхъ изъ этихъ мелкихъ плоскостей вызвано скучиваніемъ недѣлимыхъ (въ поясѣ базиса), а отнюдь не гемиморфіей дигексагональной призмы, ибо въ послѣднемъ случаѣ для всѣхъ угловъ наблюдались-бы однѣ и тѣ-же плоскости, чего не замѣчается ни на данномъ, ни на другихъ кристаллахъ турмалина, изслѣдуются-ли они на гоніометрѣ, или подъ микроскопомъ, какъ это увидимъ ниже.

2) Далѣе, оказывается, что уголъ $\frac{a}{b}$ равняется 118° 36′, т. е. величинѣ на 1° 24′ меньшей нормальной величины въ 120°, а уголъ $\frac{a}{\zeta}$, (допуская, что плоскость $\zeta$ отвѣчаетъ формѣ $\infty R$), равенъ 151° 15′, т. е. величинѣ большей на 1° 15′ нормальнаго угла. Сумма отрицательнаго и положительнаго отступленія для даннаго закругленнаго угла $= 1° 24' + 1° 15' = 2° 39'$; а эта величина слишкомъ значительная, что-бы не принять для объясненія ея «скучиваніе недѣлимыхъ».

3) Наконецъ, при измѣреніи кристалла № III, а равно кристалловъ № I и № II и другихъ сарапульскихъ, я замѣтилъ, что плоскости призмъ всѣ строго или почти строго лежатъ въ одномъ поясѣ — базиса, откуда слѣдуетъ, что *для плоскостей призмы* описываемыхъ кристалловъ имѣетъ мѣсто *скучиваніе исключительно въ поясѣ базиса*.

Несовершенство матеріала не позволило мнѣ изучать кристаллографически скучиваніе недѣлимыхъ въ плоскости другихъ поясовъ, кромѣ базиса; фактъ этого рода скучиваній для слоевъ,

отложившихся параллельно плоскостямъ призмъ, пока мало доказанъ, хотя и не лишенъ нѣкотораго вѣроятія...

Перехожу теперь прямо къ результатамъ микроскопическихъ наблюденій моихъ надъ скучиваніемъ.

Изучались главнымъ образомъ шлифы поперечные, для этой цѣли особенно тщательно вырѣзанные перпендикулярно вертикальной оси кристалла; наиболѣе типичнымъ представляется шлифъ, приготовленный изъ кристалла № I и изображенный на рисункѣ 3-мъ.

При разсматриваніи такого шлифа въ обыкновенномъ свѣтѣ, оказывается, что слои, образующіе кристаллъ, не вездѣ и не всегда идутъ параллельно другъ другу. Параллельность сохраняется лишь для нѣкоторыхъ мѣстъ шлифа, для нѣкоторыхъ площадей, весьма, впрочемъ, незначительныхъ. Слои, отвѣчающіе различнымъ площадямъ одного и того-же призматическаго сектора, идутъ подъ угломъ, болѣе или менѣе значительнымъ, варіирующимъ отъ 0° до 7° (и болѣе?) для одного и того-же сектора. Сказанное имѣетъ силу не для одного только сектора, но для всѣхъ 12-ти, отвѣчающихъ 12-ти плоскостямъ призмы 1-го и 2-го рода. Такъ какъ плоскости призмы 1-го рода для нашего кристалла весьма мало развиты, то явленіе гораздо сложнѣе выражено для секторовъ ∞P2. И такъ, вотъ первое, что бросается въ глаза, при разсматриваніи базальнаго шлифа турмалина въ обыкновенномъ свѣтѣ.

Далѣе, разсматривая такой шлифъ, невольно поражаемся крайне неравномѣрнымъ распредѣленіемъ окраски, имѣющимъ мѣсто не только для цѣлаго кристалла, но и для одной и той-же группы слоевъ, каковы *A*, *B*, *C*...

Для слоевъ *A*, а также *C*, можно наблюдать самые разнообразные переходы отъ густаго розоваго цвѣта къ совершенно свѣтлому. Нужно пожалѣть только, что глазъ нашъ представляетъ

столь мало чувствительный реактивъ на степень густоты окраски. Повторяемъ, разнообразіе оттѣнковъ розоваго цвѣта весьма значительно; при внимательномъ наблюденіи, можно насчитать до шести, семи такихъ оттѣнковъ для слоевъ *A* и *C*. Въ области слоевъ *B* замѣчаются многочисленные переходы отъ густаго желтаго цвѣта къ свѣтлому желтому и розово-желтому.

Мѣста, окрашенныя въ розовый и желтый цвѣтъ опредѣленной интенсивности, имѣютъ форму самую разнообразную, то круглую, то продолговатую; онѣ имѣютъ видъ неправильныхъ треугольниковъ, четырехъугольниковъ, полосокъ, часто вытянутыхъ на значительномъ протяженіи, нерѣдко вѣтвящихся и образующихъ лопасти, самой причудливой формы.

Размѣры площадокъ опредѣленной окраски также варіируютъ и при томъ въ предѣлахъ весьма значительныхъ. Нерѣдко кажется, что имѣешь площадку одной окраски; присматриваясь ближе, однако, замѣчаемъ по извѣстнымъ признакамъ, о которыхъ ниже, что сложена она большимъ количествомъ крайне мелкихъ площадокъ различной, хотя и весьма близкой окраски; такія площадки отличимы лишь при большихъ увеличеніяхъ микроскопа C. Zeiss'a. Впрочемъ, наблюдаются часто площадки весьма значительной величины, замѣтныя уже при самыхъ слабыхъ увеличеніяхъ.

Границы, образуемыя площадками, окрашенными съ различной интенсивностью, въ большинствѣ случаевъ обрисовываются весьма отчетливо и имѣютъ видъ весьма неправильныхъ ломаныхъ линій, которыхъ присутствіе обусловливаетъ явленіе кажущагося перелома слоевъ.

Но самымъ замѣчательнымъ является слѣдующій фактъ.

Слои, образующіе площадь, окрашенную въ тотъ или другой цвѣтъ опредѣленной интенсивности, сохраняютъ взаимную параллельность во всѣхъ точкахъ этой площади и, слѣдовательно, мо-

гутъ быть признаны [1]) за принадлежащіе одному и и тому же недѣлимому.

Слои, отвѣчающіе площадямъ, окрашеннымъ съ различной интенсивностью, и дѣлающіе между собою углы различной величины, могутъ быть признаны за принадлежащіе различнымъ недѣлимымъ.

И такъ, кристаллъ турмалина слагается нѣсколькими недѣлимыми, повернутыми одно относительно другаго на опредѣленный уголъ и окрашенными въ тотъ или другой цвѣтъ съ различной интенсивностью. Ниже я привожу числа, подтверждающія и выясняющія это положеніе.

Нерѣдко можно видѣть, что тотъ или другой слой на нѣкоторомъ протяженіи сохраняетъ одно и то же направленіе, потомъ вдругъ круто переламывается и идетъ уже въ иномъ направленіи, дѣлающемъ съ первымъ уголъ опредѣленной величины. Внимательно разсматривая мѣсто перелома, легко можно видѣть, что, во первыхъ, переломъ этотъ имѣетъ силу не для даннаго только слоя, но распространяется и на другіе слои, во вторыхъ, по ту и по другую сторону отъ перелома данный слой имѣетъ окраску различной интенсивности. И такъ, здѣсь мы имѣемъ не одинъ только слой, но два слоя, принадлежащіе различнымъ недѣлимымъ, различно окрашеннымъ, хотя и одновременно отложившимся.

И вездѣ, гдѣ только слои мѣняютъ свое направленіе или образуютъ углы, не отвѣчающіе требованіямъ гексагональной симметріи, вездѣ въ этихъ случаяхъ можно замѣтить тонкую, но болѣе или менѣе отчетливую пограничную линію между слоями. Равнымъ образомъ, всюду, гдѣ замѣчается подобная пограничная линія, или наблюдается измѣненіе окраски, можно предполагать и констатировать различіе или аномалію въ направленіи слоевъ.

---

[1]) Мы принимаемъ, что кристаллическое недѣлимое есть среда вполнѣ однородная въ химическомъ и физическомъ отношеніяхъ.

Иногда, при слабыхъ увеличеніяхъ, наблюдаются слои, имѣющіе видъ кривой линіи; но всегда можно, пользуясь большими увеличеніями, разложить эту кривую на большее или меньшее число прямыхъ линій, дѣлающихъ между собою углы весьма тупые.

Шлифы, изображенные на рисункахъ 2 и 3, вырѣзаны изъ одного и того-же кристалла № I. Замѣчательно, что всѣ три нижніе шлифа, вырѣзанные изъ кристалла № I, представляютъ совершенно одну и ту же архитектуру скучиванія, совершенно тѣ-же пограничныя линіи, совершенно однѣ и тѣ-же различія въ окраскѣ различныхъ площадей, наконецъ, совершенно тѣ-же углы, образуемые различными слоями. Ясно, что здѣсь мы имѣемъ дѣло съ явленіемъ закономѣрнымъ и отнюдь не случайнымъ. Если бы всѣ эти удивительные причудливые узоры, обусловленные различіемъ въ окраскѣ различныхъ площадей и наблюдаемые, положимъ, на нижнемъ шлифѣ (рис. 3) [1]), представляли собою явленіе случайное, то не наблюдались-бы для шлифовъ, выше лежащихъ (рис. 2). На самомъ же дѣлѣ наблюдается полное тождество контуровъ скучиванія. Достаточно изучить и измѣрить одинъ такой шлифъ, что-бы имѣть понятіе объ архитектурѣ скучиванія цѣлаго кристалла.

Микроскопическія измѣренія подобнаго рода требуютъ, во первыхъ, что-бы шлифъ былъ вырѣзанъ, по возможности, строго параллельно плоскости изучаемаго пояса; во вторыхъ, что-бы обѣ поверхности шлифа были хорошо отполированы, въ третьихъ, что-бы линіи, уголъ которыхъ измѣряется, были достаточно отчетливо видимы. Всѣмъ этимъ условіямъ наиболѣе удовлетворяетъ шлифъ, изображенный на рис. 3; особенно рѣзко обозначаются периферическіе слои *A*, окрашенные въ розовый цвѣтъ, различной интенсивности; углы этихъ слоевъ и были измѣрены особенно тщательно. Каждое измѣреніе повторялось много разъ.

---

[1]) Рис. 3-й, а равно рис. 2-й и 1-й и вообще большинство моихъ рисунковъ сдѣланы мною лично, при посредствѣ камеры-люциды,—по возможности тщательно.

Рисунокъ 12-й (табл. VIII) изображаетъ схематически архитектуру скучиванія упомянутыхъ слоевъ $A$.

Не трудно видѣть, что каждый секторъ на рис. 12 образованъ нѣсколькими площадями, напр. секторъ, отвѣчающій плоскости $\infty P2_{I}$ состоитъ изъ четырехъ участковъ [1]).

При этомъ оказывается, что слои, образующіе участокъ 1-й, параллельны слоямъ участка 3-го; и тѣ, и другіе окрашены въ одинъ и тотъ-же свѣтло-розовый цвѣтъ.

И такъ участки, 1-й и 3-й (слои $b$) принадлежатъ одному и тому-же недѣлимому. Равнымъ образомъ, участки 2-й и 4-й (слои $a$), окрашенные въ одинъ и тотъ-же густой розовый цвѣтъ, содержатъ слои, взаимно параллельные, и, слѣдовательно, оба принадлежатъ одному и тому-же недѣлимому. Отсюда ясно, что секторъ $\infty P2_{I}$ образованъ слоями, отвѣчающими двумъ недѣлимымъ, повернутымъ одно относительно другаго на нѣкоторый уголъ.

Далѣе, измѣряя углы плоскостей призмы 2-го рода, образованные слоями прилежащими, напр. $a_{II}$ и $b_{I}$, замѣчаемъ, что углы эти обыкновенно уклоняются болѣе или менѣе значительно отъ нормальныхъ угловъ гексагональной системы; напр.

$$\text{уголъ } \frac{b_{I}}{a_{II}} = 127°, \text{ уг. } \frac{a_{II}}{c_{III}} = 122°20', \text{ уг. } \frac{a_{I}}{e_{VI}} = 119°20' \text{ etc.}$$

Напротивъ, измѣряя углы, образуемые слоями одной и той же окраски, но принадлежащіе различнымъ призматическимъ секторамъ, получаемъ величины, болѣе или менѣе строго отвѣчающія гексагональной симметріи.

---

[1]) Шлифъ, изображенный на рис. 3, повернутъ на рис. 12-мъ относительно первоначальнаго положенія своего на 180°. Мѣста, окрашенныя въ розовый цвѣтъ различной интенсивности, на рис. 12 обозначены различнымъ образомъ; слои $a$ и $c$ окрашены наиболѣе интенсивно, $b$ и $f$ наименѣе.

Привожу таблицу измѣреній.

Слои $b$ сектора $\infty P2_{I}$ дѣлаютъ слѣдующіе углы

α) со слоями сектора $\infty P2_{I}$:

$$\text{уг.}\ \frac{b_{I}}{a_{I}} = 7°\ 5',\ \text{уг.}\ \frac{b_{I}}{b_{I}} = 0°,$$

β) со слоями сектора $\infty P2_{II}$:

$$\text{уг.}\ \frac{b_{I}}{a_{II}} = 127°,\ \text{уг.}\ \frac{b_{I}}{d_{II}} = 131°\ 30',$$

γ) со слоями сектора $\infty P2_{III}$:

$$\text{уг.}\ \frac{b_{I}}{b_{III}} = 60°-60°10',$$

δ) со слоями сектора $\infty P2_{VI}$:

$$\text{уг.}\ \frac{b_{I}}{e_{VI}} = 112°\ 25',\ \text{уг.}\ \frac{b_{I}}{d_{VI}} = 107°\ 40'\text{[1]},\ \text{уг.}\ \frac{b_{I}}{f} = 106°\ 5'\text{[1]}),$$

$$\text{уг.}\ \frac{b_{I}}{a_{VI}} = 113°\ 5'$$

Слои $a_{II}$ сектора $\infty P2_{II}$ дѣлаютъ слѣдующіе углы

α) со слоями сектора $\infty P2_{II}$:

$$\text{уг.}\ \frac{a_{II}}{d_{II}} = 4°\ 55'-5°\ 15',$$

β) со слоями сектора $\infty P2_{III}$:

$$\text{уг.}\ \frac{a_{II}}{c_{III}} = 122°\ 20',\ \text{уг.}\ \frac{a_{II}}{e_{III}} = 120°\ 40',\ \text{уг.}\ \frac{a_{II}}{a_{III}} = 120°,$$

$$\text{уг.}\ \frac{a_{II}}{b_{III}} = 113°\ 10'.$$

---

[1]) Эти двѣ величины суть приблизительныя и получены съ трудомъ, ибо слои $f$ и $d_{VI}$ видны весьма неясно.

Слои $c_{III}$ сектора $\infty P2_{III}$ дѣлаютъ углы

$\alpha$) со слоями $c_V$ сектора $\infty P2_V$: уг. $\frac{c_{III}}{c_V} = 60°$,

$\beta$) съ другими слоями того-же сектора:

уг. $= 57° 50'$, $58° 35'$, $48° 40'$, $46° 40'$ etc. (эти слои не помѣчены на рис. 12).

Разсмотримъ теперь приводимыя числа.

Вычисляя на основаніи этой таблицы или даже прямо измѣряя углы, образуемые слоями, окрашенными въ розовый цвѣтъ наивысшей интенсивности, именно слоями $a$, замѣчаемъ, что углы эти болѣе или менѣе строго приближаются къ 120°. Микроскопическое измѣреніе допускаетъ ошибку въ 15′—20′, а при недостаточной ясности измѣряемыхъ контуровъ, гораздо большую... Такимъ образомъ, для угла $\frac{a_I}{a_{II}}$ получаемъ величину $= 119° 55'$, т. е. почти 120°, для угла $\frac{a_I}{a_{VI}} = 120° 10'$, величину столь-же близкую къ 120°, для угла $\frac{a_{II}}{a_{III}} = 120°\ 15'—120°$, наконецъ, для угла $\frac{a_{III}}{a_V} = 60°\ 10'—60°$ [1]).

Повидимому, слои $a$, окрашенные въ густой розовый цвѣтъ, имѣютъ мѣсто для всѣхъ плоскостей призмы 2-го рода.

Слои $b$, свѣтло-розоваго цвѣта, дѣлаютъ со слоями $a$ уголъ, равный 7°—7° 10′.

Слои эти для секторовъ $\infty P2_{II}$ и $\infty P2_{VI}$ отсутствуютъ, но констатированы для секторовъ $\infty P2_I$, $\infty P2_{III}$, при чемъ дѣлаютъ между собою уголъ почти строго въ 60°.

---

[1]) Плоскость $\infty P2_{IV}$ на рисункѣ отсутствуетъ.

Слои *d*, окрашенные въ розовый цвѣтъ средней интенсивности, констатированы лишь для секторовъ $\infty P2_{II}$ и $\infty P2_{VI}$ и также дѣлаютъ между собою уголъ, весьма близкій къ 60°.

Слои *c* констатированы для секторовъ $\infty P2_{III}$ и $\infty P2_{V}$ и дѣлаютъ между собою уголъ, строго отвѣчающій 60°.

Слои $e_{III}$ сектора $\infty P2_{III}$ и слои $e_{VI}$ сектора $\infty P2_{VI}$ строго параллельны другъ другу.

Наконецъ, недѣлимое *f* существуетъ исключительно въ видѣ слоевъ, параллельныхъ одной только плоскости $\infty P2_{VI}$ (имѣется, можетъ быть, и для плоскости $\infty P2_{II}$).

Замѣтимъ, что большинство недѣлимыхъ существуютъ, подобно недѣлимому *f*, лишь въ видѣ слоевъ, параллельныхъ одной какой-либо плоскости. Таковы недѣлимыя, слагающія секторъ $\infty P2_{V}$ (см. выше), и многія другія, не помѣченныя на рис. 12 для того, чтобы не запутывать послѣдняго. Привожу лишь тѣ цифровыя данныя, за которыя можно ручаться, и которыя касаются недѣлимыхъ, особенно сильно развитыхъ (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*).

Приводимые факты позволяютъ сдѣлать слѣдующій выводъ.

Изслѣдуемая периферическая часть кристалла сложена шестью, семью и болѣе недѣлимыми, различно окрашенными и повернутыми одно относительно другаго на углы различной величины.

Изъ этихъ недѣлимыхъ одно (*a*) развито всѣми или почти всѣми сторонами призмы, другіе (*b*...)—только тремя (?), третьи (*c*, *d*, *e*...) — двумя, четвертые — одною лишь стороной, и такихъ — большинство. И такъ элементарное *недѣлимое* въ сборномъ кристаллѣ *можетъ существовать часто въ видѣ одного лишь слоя, параллельнаго одной какой-либо плоскости*. Принимая одно изъ недѣлимыхъ оболочки *A*, именно *b*, за основное, заключаемъ, что остальныя недѣлимыя повернуты относительно основнаго въ одну сторону на слѣдующіе углы:

$$+ 7°5' (a), + 7°45' (b), + 9°25' (c), + 12° - 12°20' (d), + 14° (f) \text{ etc.}$$

Оболочка $C$ кристалла № I представляетъ углы слоевъ, мало годные къ измѣренію; тѣмъ не менѣе удалось измѣрить нѣкоторые изъ нихъ съ весьма большою точностью.

Слои $b_{\mathrm{I}}$ сектора $\infty P2_{\mathrm{I}}$ дѣлаютъ со слоями оболочки $C$ углы:

$$+3°, +7° 45', +9° 30', +11° 5';$$

очевидно, здѣсь повторяются нѣкоторые углы поворота слоевъ оболочки $A$, а именно слоевъ $e$ (7° 45') и $c$ (9° 25').

Слои $c_{\mathrm{III}}$ сектора $\infty P2_{\mathrm{III}}$ дѣлаютъ со слоями оболочки $C$ углы:

$$+0° 35' \text{ и } +1° 0';$$

эти слои, очевидно, повернуты относительно слоевъ $b$ на углы:

$$9° 25' + 0° 35' = +10° 0' \text{ и } 9° 25' + 1° 0' = +10° 25'.$$

Слои $c_{\mathrm{V}}$ сектора $\infty P2_{\mathrm{V}}$ дѣлаютъ со слоями оболочки $C$ углы:

$$-1°45', -3°20', -4°15', -4°35', -5°20', -5°50', -7°30',$$

а эти послѣдніе слои въ свою очередь, какъ можно видѣть изъ вычисленія, дѣлаютъ со слоями недѣлимаго $b$ углы:

$$+7°40', +6°5', +5°10' +4°50', +4°5', +3°35', +1°55';$$

величина $+7° 40'$, очевидно, отвѣчаютъ слоямъ, эквивалентнымъ со слоями $e$ оболочки $A$.

Всѣ приводимые углы поворота скученныхъ недѣлимыхъ относительно недѣлимаго $b$, принимаемаго за основное, могутъ быть соединены въ слѣдующій рядъ:

0°($b$), 1° 55', 3°, 3° 35', 4° 5', 4° 50', 5° 10', 6° 5', 7° 5' ($a$), 7° 45' ($e$), 9° 25' ($c$), 10°, 10° 25', 11° 5', 12°—12° 20 ($d$), 14° ($f$) . . . . . . . (I).

Такимъ образомъ, здѣсь мы имѣемъ восходящій рядъ, число членовъ котораго равно 16-ти, а разность колеблется вообще между 20′ и 1°, достигая иногда величины 2°. Добавимъ, что здѣсь приведены лишь тѣ углы, за точность измѣренія которыхъ можно ручаться до извѣстной степени; число скученныхъ недѣлимыхъ гораздо больше приводимаго, хотя и весьма трудно опредѣлимо путемъ измѣренія. Вообще можно думать, что углы сростанія всѣхъ недѣлимыхъ, если-бы только удалось ихъ точно измѣрить, представили-бы рядъ, величина членовъ котораго правильно возростаетъ на постоянную разность 15′—20′ отъ 0° до 14° и болѣе. Нерѣдко, измѣряя углы слоевъ (оболочка *C*), послѣдовательно располагающихся отъ периферіи кристалла къ центру, я наблюдалъ слои, явственно непараллельные, но дѣлающіе между собою весьма небольшой уголъ въ 15′—20′, не поддающійся точному измѣренію....

Тѣ изъ слоевъ оболочки *C*, которые повернуты относительно недѣлимаго *b* на уголъ 7° 45′, какъ оказывается, окрашены въ совершенно тотъ же розовый цвѣтъ, что и слои *e* оболочки *A*, повернутые относительно слоевъ *b* на тотъ же уголъ 7° 45°. Равнымъ образомъ, слои *c* оболочки *A* и оболочки *C*, дѣлающіе одинъ и тотъ же уголъ 9° 25′ со слоями *b*, окрашены въ одинъ и тотъ же свѣтло-розовый цвѣтъ и, слѣдовательно, принадлежатъ одному и тому-же недѣлимому. Обстоятельство это весьма важное и указываетъ на то, что *нѣкоторыя изъ скученныхъ недѣлимыхъ*, такъ сказать, *насквозь* или почти насквозь *проникаютъ данный сборный кристаллъ* и, слѣдовательно, представляютъ собою какъ-бы настоящія двойниковыя недѣлимыя, проростающія другъ друга по 0P, окрашенныя въ различный цвѣтъ и повернутыя одно относительно другаго на нѣкоторые небольшіе углы; другія двойниковыя недѣлимыя развиты значительно меньше, а многія какъ-бы вовсе недоразвились.

Принимая недѣлимое *a* за основное, заключаемъ, что однѣ изъ скученныхъ недѣлимыхъ повёрнуты вправо, другія влѣво относительно основнаго. Такимъ образомъ, имѣемъ положительные и отрицательные углы поворота недѣлимыхъ, и рядъ (I) принимаетъ такой видъ:

$$\ldots. -7^\circ 5' \,(b), -5^\circ 10', -4^\circ 5', -3^\circ 30', -3^\circ, -2^\circ 15', -1^\circ 55', -1^\circ, 0^\circ \,(a),$$
$$+40', +2^\circ 20', +2^\circ 55', +3^\circ 20', +4^\circ, +4^\circ 55' \,(5^\circ 15'), +7^\circ \,(f) \;.\;.\;.\;.\;.\; \text{(II)}.$$

Такое расположеніе полученныхъ измѣреній, безспорно, имѣетъ болѣе широкое и раціональное значеніе, чѣмъ приводимое выше (рядъ I), тѣмъ болѣе раціональное потому, между прочимъ, что находится какъ-бы въ нѣкоторомъ соотвѣтствіи съ распредѣленіемъ окраски; такъ, удалось подмѣтить, по крайней мѣрѣ, для кристалла № I, что нѣкоторые слои, повёрнутые на одинъ и тотъ же уголъ вправо и влѣво относительно основнаго недѣлимаго *a*, окрашены приблизительно въ одинъ и тотъ же цвѣтъ; а именно, слои *b* (оболочки *A*), повёрнутые на уголъ — 7° 5′, и слои *f* (той-же оболочки), повёрнутые на уголъ + 7° относительно недѣлимаго *a*, окрашены въ свѣтло-розовый цвѣтъ приблизительно одной и той-же интенсивности. Принимая уголъ вращенія слоевъ *f* тождественнымъ по величинѣ углу вращенія слоевъ *b*, принимая также одинаковую интенсивность окраски тѣхъ и другихъ слоевъ, приходимъ къ заключенію, что слои *b* и *f* отвѣчаютъ одной и той-же дитригональной призмѣ $(7\bar{1}6)$ (?), развитой почти всѣми своими плоскостями. При такомъ допущеніи, слои *a*, окрашенные въ *наиболѣе интенсивный* розовый цвѣтъ, отвѣчаютъ гексагональной призмѣ втораго рода. Замѣтимъ, что площадки, отвѣчающія этимъ слоямъ, *крайне слабо развиты* (за исключеніемъ сектора $\infty P2_1$); вотъ почему плоскости этой формы не уловимы для гоніометра, вотъ почему измѣреніе въ подобныхъ

случаяхъ не даетъ нормальной величины въ 120° для угловъ призмы 2-го рода.

Какъ великъ предѣльный уголъ скучиванія у турмалина, рѣшить трудно. Въ такой-же мѣрѣ трудно рѣшить вопросъ о томъ, какъ отграничить *скученныя* плоскости гексагональной призмы отъ *истинныхъ* плоскостей дитригональной призмы. По даннымъ Ерофеева, наибольшая величина угла поворота недѣлимыхъ на изученныхъ имъ кристаллахъ отвѣчаетъ 3° 8′. Отсюда одинъ шагъ до предѣльной величины ряда (II), именно величины 7° — 7° 5′ (вспомнимъ, что эти величины связаны между собою многочисленными переходными, изъ которыхъ только немногія приведены въ (II) ряду). Оба эти угла отвѣчаютъ плоскостямъ дитригональныхъ призмъ, весьма сложныхъ параметровъ, первый (3° 8′) — плоскостямъ формы $(16\,\bar{1}\,\overline{15})$, второй (7° 5′) — плоскостямъ формы $(7\bar{1}\bar{6})$ (?). Всѣ-ли констатированныя для турмалина дигексагональныя призмы существуютъ въ зависимости отъ скучиванія, или только нѣкоторыя? Вопросъ этотъ приходится пока оставить открытымъ . . .

Добавлю, что гексагональная призма 1-го рода для периферической оболочки (слои $C$) описываемаго кристалла образована двумя тригональными призмами и, слѣдовательно есть форма гемиморфная: слои, отложившіеся параллельно плоскостямъ $\infty R_{II}$, $\infty R_{IV}$, $\infty R_{VI}$ (рис. 2 и 3) окрашены въ болѣе густой розовый цвѣтъ, чѣмъ слои, отвѣчающіе плоскостямъ другой тригональной призмы. Напротивъ, та же форма для ядра $E$, повидимому, не представляется гемиморфной.

Желтые и розово-желтые слои $B$ кристалла № I, показываютъ тѣ-же отношенія и тѣ-же углы скучиванія, что и слои $A$, $C$.

Замѣчу кстати, что характерныя явленія различной окраски различныхъ гексагональныхъ недѣлимыхъ одного и того-же сборнаго индивида мнѣ приходилось наблюдать не на одномъ только

кристаллѣ № I. Кристаллъ № III представлялъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ наружной оболочки (слои *A*) достаточно рѣзко очерченные слои густаго розоваго цвѣта, параллельные плоскостямъ $(01\bar{1})$ $\infty P2$ и чередующіеся со слоями свѣтло-окрашенными; измѣряя углы слоевъ густаго розоваго цвѣта, я и для этого кристалла констатировалъ въ двухъ мѣстахъ углы, строго отвѣчающіе 120°. Наружныя плоскости *b* и *c* (см. стр. 237) дѣлаютъ между собою уголъ, измѣренный помощью гоніометра въ 120° 0′; замѣчательно, что на оптическихъ разрѣзахъ эти плоскости оказываются образованными упомянутыми выше розовыми слоями, одинаково интенсивно окрашенными. Свѣтлые слои (дитригональная призма?) повернуты относительно розовыхъ на уголъ весьма большой, но, къ сожалѣнію, трудно измѣримый. Этотъ шлифъ вышелъ не особенно удачнымъ [1]), хотя и на немъ превосходно видны слои и площади, различно окрашенныя, принадлежащія различнымъ недѣлимымъ различной оріентировки, рѣзко обозначались пограничныя линіи, переломы слоевъ и вообще вся причудливая мозаика скучиванія. Напомнимъ, что шлифъ этотъ представлялъ почти тѣ-же группы слоевъ и тѣ-же измѣненія геометрической формы, что и шлифы кристалла № I. Архитектуру скучиванія можно было наблюдать и на другихъ шлифахъ, приготовленныхъ изъ кристалловъ того-же типа. Къ сожалѣнію, шлифы эти были вырѣзаны не совсѣмъ параллельно базису, а потому и не годились для измѣренія.

Въ дополненіе къ сказанному привожу слѣдующее разсужденіе.

Наилучшую часть пространной работы Ерофеева составляетъ изслѣдованіе кристалла № 2, для котораго покойный авторъ констатировалъ скучиваніе въ плоскости двухъ поясовъ.

---

[1]) Дурно отполированъ.

Для плоскостей призмы имѣетъ мѣсто исключительно скучиваніе въ плоскости пояса (111), для плоскостей ромбоэдрическихъ — скучиваніе въ плоскости пояса (001).

По мнѣнію автора, въ поясѣ (111) скучиваются только два недѣлимыхъ, повернутыхъ одно относительно другаго на уголъ = 3° 8′ (приблизительно); въ самомъ дѣлѣ, почти всѣ плоскости призмъ представляются какъ-бы двойственными, при чемъ обѣ половинки каждой такой двойственной плоскости образуютъ выходящій уголъ; плоскости одного недѣлимаго обозначены знакомъ ¹, плоскости другаго—знакомъ ². На стр. 83-й своей работы Ерофеевъ приводитъ табличку измѣренныхъ имъ угловъ призмъ кристалла № 2. Но уже изъ таблички можно видѣть, что углы плоскостей, принимаемыхъ авторомъ за принадлежащія одному и тому-же недѣлимому, далеко не всегда отвѣчаютъ нормальнымъ угламъ гексагональной системы; напр. уг. $\infty R^1{}_{I} : \infty P2^1{}_{II} =$ 89° 1′, величина, отличающаяся отъ нормальной почти на цѣлый градусъ, уг. $\infty R^1{}_{III} : \infty P2^1{}_{VI} =$ 150° 45′, уг. $\infty R^1{}_{II} : \infty R^1{}_{III} =$ 59° 29′, уг. $\infty R^1{}_{I} : \infty P2^1{}_{II} =$ 149° 28′ etc.

Вычисляя на основаніи таблички всѣ вообще углы, образуемые, какъ смежными, такъ и поперемѣнно лежащими плоскостями $\infty R$ и $\infty P2$ обоихъ недѣлимыхъ, я получилъ болѣе пятидесяти величинъ, изъ которыхъ только три, четыре представляютъ уклоненія въ 1′, 4′, 5′, девять, десять — уклоненія въ 10′— 24′, для остальныхъ уклоненія еще большія — отъ 0°,5 до 1° и болѣе.

Спрашивается, какія причины вызвали столь значительныя уклоненія отъ нормальныхъ величинъ.

Приписывать подобныя уклоненія ошибкамъ наблюденія — нѣтъ никакихъ основаній. Трудно предположить, что при томъ совершенствѣ [1]) плоскостей, какое представляетъ поверхность

---

[1]) Кристаллъ этотъ небольшихъ размѣровъ и прекрасно образованъ.

кристалла, по словамъ самого автора, ошибка гоніометрическаго измѣренія могла простираться до такой величины, какъ 45′, 59′ etc.

Съ другой стороны, принимая за главную причину измѣняемости гранныхъ угловъ скучиваніе недѣлимыхъ, нѣтъ никакого основанія приписывать инымъ причинамъ столь значительныя колебанія угловыхъ отношеній. Браунсъ[1]) объясняетъ колебанія угловыхъ отношеній для кристалловъ азотно-свинцовой соли и нѣкоторыхъ другихъ веществъ дѣйствіемъ тяжести на кристаллообразовательные процессы; въ самомъ дѣлѣ, азотно-свинцовая соль есть одна изъ самыхъ тяжелыхъ солей, особенно, по сравненію съ турмалиномъ, и все таки здѣсь колебанія угловъ обыкновенно не превышаютъ 5′, рѣдко достигаютъ 10′ и лишь для одного единственнаго кристалла были получены въ 19′, 20′. Кристаллы другихъ изученныхъ Браунсомъ веществъ съ меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ (квасцы, шпинель) представляютъ колебанія значительно меньшія, которыя обыкновенно то больше, то меньше одной минуты и вообще не превышаютъ 5′. А такъ какъ удѣльный вѣсъ турмалина не весьма великъ, то проще всего приписать дѣйствію тяжести, ошибкамъ наблюденія и пр. колебанія отъ 0′ до 5′ и скучиванію недѣлимыхъ всѣ болѣе значительныя уклоненія, каковы 45′, 59′ и проч.

И такъ, нужно принять, что для кристалла № 2 въ плоскости базиса скучиваются не два только недѣлимыхъ, какъ это думалъ Ерофеевъ, но гораздо большее число индивидовъ, повёрнутыхъ одно относительно другаго на самые разнообразные углы. При этомъ только два или три недѣлимыхъ развиты параллельно нѣсколькимъ плоскостямъ призмъ; остальные существуютъ лишь въ видѣ одной, много двухъ плоскостей (въ данномъ случаѣ, понятіе о плоскости эквивалентно понятію о слоѣ).

---

[1]) Brauns. Neues Jahrb. f. Min. 1887, I, 138.

И такъ, если вещество, выдѣлившееся изъ даннаго раствора, по какимъ либо причинамъ (см. ниже) не можетъ существовать въ видѣ отдѣльнаго кристалла, то оно отлагается въ видѣ слоя, параллельнаго какой-либо плоскости даннаго сборнаго кристалла. Отсюда можно думать, что скучиваніе недѣлимыхъ вызвано реализаціей молекулярнаго равновѣсія, которое достигается, очевидно, быстрѣе всего при условіяхъ комбинированія самыхъ разнообразныхъ оріентировокъ кристаллической сѣтки (для турмалина гексагональной) въ одномъ и томъ-же сборномъ кристаллѣ.

Поліэдрическія плоскости призмъ у турмалина ни коимъ образомъ не могутъ быть принимаемы за самостоятельныя кристаллографическія плоскости сложныхъ параметровъ, и вотъ по какимъ причинамъ.

Во первыхъ, кристаллы турмалина представляютъ входящіе углы, — признакъ несомнѣннаго сростанія недѣлимыхъ; углы эти можно видѣть и на рисункахъ Ерофеева и на моихъ; такъ, входящій уголъ $\frac{a_I}{b_I}$ для сектора $\infty P2_I$ повторяется слишкомъ три раза (кристаллъ № I).

Во вторыхъ, плоскости эти представляются крайне многочисленными, имѣютъ крайне сложные параметры въ большинствѣ случаевъ и весьма часто не отличимы одна отъ другой, напр., когда онѣ повернуты одна относительно другой на весьма ничтожный уголъ 15′— 20′.

Въ третьихъ, поліэдрическія плоскости турмалина не удовлетворяютъ той законности въ расположеніи, которую требуетъ кристаллографія для истинныхъ плоскостей ограниченія. Онѣ имѣются для одной стороны кристалла и совершенно отсутствуютъ для другихъ, гдѣ теоретически слѣдовало-бы ожидать ихъ появленія; отсутствіе той или другой плоскости на данномъ кристаллѣ всегда можетъ быть доказано, если не гоніометромъ, то микроскопомъ. Если плоскость ускользаетъ отъ гоніометра, то не

ускользаетъ она отъ микроскопа, а потому выраженіе «плоскость недоразвилась» отнюдь не идентично выраженію «отсутствуетъ».

Наконецъ, въ четвертыхъ, поліэдрическія плоскости, отвѣчающія слоямъ одинаково окрашеннымъ, дѣлаютъ между собою углы, строго отвѣчающіе требованіямъ гексагональной симметріи. А этотъ фактъ говоритъ скорѣе въ пользу скучиванія различно окрашенныхъ недѣлимыхъ, чѣмъ въ пользу неравномѣрнаго распредѣленія окраски въ кристаллической срединѣ, ограниченной плоскостями чрезвычайно сложныхъ параметровъ. *Принимая только однородную кристаллическую средину за нормальную*, приходимъ къ возможному допущенію, что плоскости вицинальныхъ и дитригональныхъ, а можетъ быть и тригональныхъ ($\infty R$) призмъ кристалла № I и ему подобныхъ обязаны своимъ существованіемъ скучиванію, или сростанію элементарныхъ недѣлимыхъ турмалина, различающихся по химическому составу и окраскѣ. Сростаніе это весьма подобно двойниковому, но имѣетъ мѣсто подъ углами, различными для различныхъ недѣлимыхъ (отъ 0° до 30°?). Впрочемъ, для настоящихъ дитригональныхъ и тригональныхъ формъ, быть можетъ, допустимо скучиваніе недѣлимыхъ и въ *параллельномъ* положеніи.

Возможно, что въ большинствѣ тѣхъ случаевъ, гдѣ кристаллъ представляетъ различную цвѣтность для различныхъ плоскостей, мы имѣемъ дѣло съ явленіями скучиванія недѣлимыхъ (см. слѣд. страницы). Удивительные факты подобнаго рода впервые констатированы академикомъ А. В. Гадолинымъ для граната (меланита) изъ Питкаранда (1855—1856 г.) и для плавиковаго шпата изъ Адунъ Чилонъ; и тотъ, и другой минералъ представляютъ различную окраску соотвѣтственно плоскостямъ различныхъ формъ... Не скучиваніе-ли недѣлимыхъ различно окрашенныхъ является причиной этихъ явленій?

Возвращаясь теперь къ турмалину, замѣтимъ, что для насъ весьма важно рѣшить вопросъ, сохраняютъ-ли параллельность своихъ вертикальныхъ осей элементарныя недѣлимыя, по крайней

мѣрѣ, для сборныхъ кристалловъ описываемаго типа (сарапульскіе слоистые кр.).

Рѣшить вопросъ можно было, изучая продольные шлифы изъ данныхъ кристалловъ. Особенно удачнымъ является продольный шлифъ, изображенный на рис. 9. Этотъ шлифъ вырѣзанъ изъ кристалла № II, строго параллельно одной изъ плоскостей призмы ∞P2; самый кристаллъ № II представляетъ совершенно тотъ-же типъ, совершенно то-же строеніе, совершенно тѣ же измѣненія химическаго состава, что и кристаллъ № I, — какъ это доказано нами въ первой главѣ.

Тщательное микроскопическое измѣреніе показало, что слои, идущіе параллельно плоскостямъ призмъ, повсюду строго сохраняютъ свою параллельность; мнѣ не случалось здѣсь наблюдать даже тотъ маленькій уголъ скучиванія, который измѣряется въ 15′—20′ и столь нерѣдко встрѣчается на поперечныхъ шлифахъ. Окраска шлифа мѣстами является неравномѣрной; такъ часть $L$ окрашена въ густой розовый цвѣтъ, ниже лежащая часть $S$ окрашена къ желтовато-розовый цвѣтъ, при вращеніи шлифа переходящій въ свѣтло-розовый. Подобныя же включенія густой розовой окраски, объясняемыя скучиваніемъ недѣлимыхъ, имѣются въ мѣстахъ $x$, $y$, $z$. Замѣчательно, что для всѣхъ этихъ включеній слои строго параллельны вертикальной оси и прочимъ призматическимъ слоямъ шлифа. Тѣ-же отношенія показываютъ и другіе продольные шлифы, вырѣзанные параллельно плоскостямъ ∞P2 и ∞P. Всѣ эти наблюденія должны быть поставлены въ параллель съ тѣмъ фактомъ (стр. 238), что для кристалловъ описываемаго типа всѣ плоскости призмъ лежатъ почти строго въ одномъ поясѣ—базиса. Вообще, какъ кажется, слѣдуетъ принять, по крайней мѣрѣ, для описываемыхъ сарапульскихъ кристалловъ, что слои, отложившіеся параллельно плоскостямъ призмы, представляютъ скучиваніе исключительно въ поясѣ (111). Остается нерѣшеннымъ вопросъ о томъ, имѣетъ ли мѣсто сказанное только для

даннаго типа, или, быть можетъ, и для кристалловъ турмалина другихъ мѣсторожденій...

Замѣчу кстати, что пограничныя линіи скученныхъ недѣлимыхъ, наблюдаемыя въ обыкновенномъ свѣтѣ на базальныхъ шлифахъ, констатированы и для продольныхъ шлифовъ, гдѣ онѣ раздѣляютъ слои периферической части, отложившіеся параллельно плоскостямъ призмы, ромбоэдра и базиса (рис. 9). Ясно отсюда, что слои эти принадлежатъ различнымъ недѣлимымъ.

Возвратимся теперь къ шлифу, изображенному на рис. 3.

Разсматривая такой шлифъ въ параллельно поляризованномъ свѣтѣ при скрещенныхъ николяхъ, замѣчаемъ, что скучиваніе недѣлимыхъ не оказываетъ замѣтнаго вліянія на оптическую аномалію отдѣльныхъ недѣлимыхъ. Оптическая аномалія турмалина и скучиваніе недѣлимыхъ существуютъ независимо другъ отъ друга. Я хочу сказать этимъ, что оптически аномальные индивиды, скучиваясь, не представляютъ взаимнаго сліянія, но обособляются взаимно и сохраняютъ не только химическую, но и оптическую индивидуальность, какъ то: болѣе или менѣе рѣзкое распаденіе на секторы различнаго оптическаго значенія, опредѣленное положеніе плоскости оптическихъ осей (параллельно или перпендикулярно плоскостямъ ограниченія), уголъ осей etc. Явленіе оптической аномаліи происходитъ совершенно такимъ-же образомъ, какъ если-бы скучиванія вовсе не существовало; общее правило то, что каждый оптически аномальный слой погасаетъ вообще по направленію своей длины; слои, переламываясь и, слѣдовательно, мѣняя свое направленіе, мѣняютъ одновременно и направленіе своего погасанія. Соотвѣтственно съ этимъ, подобно тому какъ любая плоскость призмы представляется двойственной, тройственной и вообще множественной, такъ и оптическій секторъ, отвѣчающій этой плоскости, не представляется сплошнымъ, но оказывается двойственнымъ, тройственнымъ и вообще множественнымъ: *каждой вицинальной плоскости отвѣчаетъ*

*особый вицинальный секторъ*. Направленія погасанія сосѣднихъ вицинальныхъ секторовъ, отвѣчающихъ одной и той же сборной плоскости призмы, дѣлаютъ между собою уголъ, обыкновенно весьма небольшой. Согласно съ этимъ, оптическія границы такихъ секторовъ, въ противность тому, что наблюдается въ обыкновенномъ свѣтѣ, представляются крайне мало ясными, особенно, если вещество обоихъ секторовъ не отличается большимъ угломъ осей. Оптическія границы представляются достаточно рѣзкими (не всегда) для тѣхъ сосѣднихъ вицинальныхъ секторовъ, которые принадлежатъ различнымъ сборнымъ плоскостямъ призмы. Вотъ почему въ параллельно поляризованномъ свѣтѣ сосѣдніе сборные секторы иногда раздѣляются рѣзкими границами: эти границы суть не только границы между секторами, но и границы различныхъ скученныхъ недѣлимыхъ (см. первую главу).

Скученные индивиды различаются между собою, во первыхъ, величиною угла оптическихъ осей, во вторыхъ, — положеніемъ плоскости осей; для однѣхъ плоскость оптическихъ осей идетъ параллельно направленію длины слоевъ, для другихъ, смежныхъ и *одновременно отложившихся*, перпедикулярно этому направленію. Особенно рѣзко выражено это различіе для слоевъ $a_{\text{I}}$ и $b_{\text{I}}$ сектора $\infty P2_{\text{I}}$; для первыхъ ($a_{\text{I}}$) плоскость оптическихъ осей перпендикулярна направленію длины слоевъ, для вторыхъ—параллельна. Согласно съ этимъ, въ случаѣ гипсовой пластинки, слои $a_{\text{I}}$ окрашиваются въ синій цвѣтъ въ то время, какъ слои $b_{\text{I}}$ окрашиваются въ желтый цвѣтъ, и это различіе удерживается для всѣхъ пунктовъ оболочки $A$, гдѣ только имѣются слои $a_{\text{I}}$ и $b_{\text{I}}$.

Возможно принять для кристалловъ описываемаго типа, что слои, отложившіеся одновременно, представляютъ вообще *приблизительно* одну и ту-же интенсивность аномальнаго двойнаго лучепреломленія, независимо отъ того, будутъ-ли они принадлежать одному и тому же недѣлимому или различнымъ, имѣютъ-ли плоскость осей параллельную или перпендикулярную направленію

длины слоевъ. Впрочемъ, недѣлимыя, отложившіеся параллельно плоскостямъ (100) +R кристалла № I (периферія), представляютъ значительно большій уголъ осей, чѣмъ другія, одновременно отложившіяся.

Гораздо большія различія интенсивности аномальнаго двойнаго преломленія имѣютъ мѣсто для одновременно отложившихся слоевъ кристалла № V.

Мы уже замѣтили выше, что кристаллъ нашъ представляетъ систему слоевъ самаго разнообразнаго характера; такъ, параллельно плоскостямъ —2R и +4R отложились слои вовсе не окрашенные, лишенные трихроизма и съ громаднымъ угломъ оптическихъ осей, тогда какъ параллельно плоскости ($\bar{2}11$)—∞R отложились слои густо окрашенные, сильно трихроичные и также съ громаднымъ угломъ оптическихъ осей; наконецъ, параллельно прочимъ плоскостямъ отложились слои мало трихроичные, слабо окрашенные и съ небольшимъ угломъ оптическихъ осей. Я не вижу другаго объясненія этимъ явленіямъ, кромѣ скучиванія. Необходимо допустить, что данный кристаллъ образованъ скучиваніемъ большаго числа недѣлимыхъ, повернутыхъ иногда на большіе углы одно относительно другаго или, напротивъ, сростающихся въ *параллельномъ* положеніи, изъ которыхъ каждое обладаетъ окраской и трихроизмомъ опредѣленной интенсивности, а равно опредѣленнымъ эллипсоидомъ оптической эластичности.

Слои, отвѣчающіе различнымъ недѣлимымъ различнаго оптическаго характера, отлагались одновременно, при чемъ одно недѣлимое отлагалось параллельно плоскостямъ одной излюбленной формы, напр. ∞R, другое — параллельно плоскостямъ другой формы, напр. +4R и т. д. Припомнимъ, что простое недѣлимое сборнаго кристалла существуетъ часто въ видѣ слоя, параллельнаго одной лишь плоскости кристалла.

И дѣйствительно, не смотря на то, что явленія происходитъ крайне мало ясно, можно видѣть, разсматривая срединные шлифы

кристалла № V, что углы, образуемые различными слоями призмы 2-го рода, не отвѣчаютъ требованіямъ гексагональной системы и, слѣдовательно, суть сборные. Но при особенно тщательномъ наблюденіи можно видѣть, что въ нѣкоторыхъ пунктахъ и для нѣкоторыхъ слоевъ измѣренія даютъ истинныя величины.

Привожу нѣкоторыя изъ этихъ измѣреній.

Уже въ обыкновенномъ свѣтѣ, по обѣ стороны линіи $x$ (рис.7) можно видѣть углы, образованные желто-бурыми линіями, заполненные желто-бурымъ веществомъ и потому нѣсколько выдѣляющіеся на общемъ фонѣ. Величина этого угла внутреннихъ плоскостей призмы колеблется между $104^\circ 10'$ и $104^\circ 30'$ (замѣтимъ, что всѣ измѣренія на препаратахъ изъ кристалла № V крайне трудны).

Слои $a$ дѣлаютъ со слоями $c$ уг. $= 113^\circ$, со слоями нижележащими $c'$ (не помѣчены на рисункѣ) уг. $= 119^\circ 50'$, слѣдовательно, почти $= 120^\circ$, со слоями $d$ — уг. $= 123^\circ 5'$, со слоями $k$ — уг. $= 97^\circ 25'$.

Тѣ-же слои $a$ дѣлаютъ со слоями $b$ уг. $= 3^\circ 30'$, со слоями $e$ — уг. $= 10^\circ 30'$ (приблизительно).

Слои $g$ дѣлаютъ со слоями $h$ уг. $= 22^\circ 30'$, со слоями $k$ — уг. $= 129^\circ 50'$. Уг. $\frac{h}{d} = 127^\circ$, слои $l$ дѣлаютъ со слоями $h$ уг. $= 3^\circ$; слои $m$ со слоями $e$ — уг. $= 16^\circ$, слѣдовательно со слоями $f$ — уг. $= 120^\circ 10' - 120^\circ 30'$, близкій къ $120^\circ$. Наконецъ, слои $e_1$ не параллельны слоямъ $e$ и дѣлаютъ съ ними трудно измѣримый уголъ $= 1^\circ - 1^\circ 30'$.

Слои $f$, долженствующіе быть параллельными слоямъ $g$, дѣлаютъ однако съ послѣдними уголъ въ $13^\circ 30'$.

Въ свою очередь слои $e$ и $d$ образуютъ тупой уголъ, приблизительно равный $131^\circ$.

Принимая недѣлимое $a$ за основное, заключаемъ, что недѣлимое $b$ повернуто относительно $a$ вправо на $+ 3^\circ 30'$, недѣлимое $e$ — вправо на $+ 10^\circ 30'$, недѣлимое $m$ — влѣво на $- 5^\circ 30'$, недѣлимое $e_1$ — вправо на $+ 9^\circ - 9^\circ 30'$ и т. д.

Продолжая подобное разсужденіе, можно найти еще нѣсколько недѣлимыхъ, которыя, поворачиваясь относительно основнаго на различные углы, совокупностью своею слагаютъ описываемый кристаллъ. При этомъ однѣ недѣлимыя существуютъ въ видѣ слоевъ, параллельныхъ двумъ, тремъ плоскостямъ призмы, и такихъ недѣлимыхъ весьма немного; большинство же существуетъ въ видѣ слоевъ, параллельныхъ одной какой-либо плоскости. Различныя недѣлимыя отдѣляются одно отъ другаго рѣзкими пограничными линіями, видимыми въ обыкновенномъ свѣтѣ. Слагающія недѣлимыя различаются интенсивностью окраски, трихроизма, величиною угла осей и пр. Для кристалла № I и подобныхъ различія эти довольно ничтожны, какъ мы это уже выше замѣтили. Принимая гораздо большія различія для кристалла № V, можно и должно допустить, что слои, отложившіеся параллельно внутренней плоскости $\infty R$, принадлежатъ одному изъ скученныхъ недѣлимыхъ, слои, отложившіеся параллельно плоскостямъ $+4R$ и $-2R$, принадлежатъ другому и т. д.

Для объясненія существованія секторовъ *A*, *B*, *C* (рис. 4—8), нѣтъ надобности принимать, что кристаллъ нашъ образовался въ два пріема, при чемъ первоначально отложились слои, параллельные плоскостямъ $\infty P2$, а затѣмъ вещество иной структуры заполнило громадные входящіе углы, отвѣчающіе секторамъ *A*, *B*, *C*. Столь рѣзкія и чистыя линіи, отдѣляющія эти секторы отъ остальной части шлифа, могли образоваться лишь при условіяхъ одновременнаго отложенія слоевъ и той, и другой части кристалла. Входящіе углы, подобные угламъ *A*, *B*, *C* въ природѣ не встрѣчаются, а образованіе кристаллическаго скелета, при условіяхъ быстрой кристаллизаціи вещества, врядъ-ли имѣющихъ мѣсто для турмалина, отнюдь не представляетъ большой правильности и постепенности въ отложеніи вещества по различнымъ направленіямъ (бензилъ, поваренная соль). Кристаллическій скелетъ подобнаго рода не слѣдуетъ смѣшивать съ кристал-

лическимъ остовомъ, такъ называемымъ «Gerüst» нѣмецкихъ авторовъ, который наблюдается для нѣкоторыхъ оптически аномальныхъ кристалловъ, напр. для апофиллита и граната, по даннымъ Клокэ (Klocke) и Клейна. Образованія втораго рода, какъ кажется, представляютъ собою результатъ скучиванія и происходятъ тѣмъ же порядкомъ, что и слои *A*, *B*, *C* кристалла № V. Впрочемъ, возможно, что и въ образованіи кристаллическаго скелета скучиваніе недѣлимыхъ играетъ нѣкоторую роль. Разница та, что образованія, подобныя слоямъ *A*, *B*, *C* кристалла № V, всегда одновременны съ отложеніемъ остальныхъ частей кристалла, тогда какъ въ случаѣ кристаллическаго скелета однѣ части (недѣлимыя?) развиваются болѣе или менѣе полно, другія-же или вовсе не развиваются, или развиваются лишь отчасти.

Весьма замѣчательно слѣдующее наблюденіе А. В. Гадолина [1]). Взамѣнъ плоскостей куба на нѣкоторыхъ гранатахъ изъ Питкаранда имѣются четырехгранныя, иногда какъ бы ступенчатыя воронки, существованіе которыхъ показываетъ, что, при образованіи кристалла, слои отлагались параллельно плоскостямъ иныхъ формъ ($\infty O, 2O2$), но не куба.

Съ точки зрѣнія развиваемыхъ представленій ясно, что рѣзкія, какъ-бы двойниковыя границы, наблюдаемыя въ параллельно поляризованномъ свѣтѣ для нѣкоторыхъ мѣстъ препаратовъ, изображенныхъ на рис. 4—8, напр. для секторовъ *A*, *B*, *C* и т. д., представляютъ собою не только границы между оптическими секторами, но и границы между сосѣдними скученными недѣлимыми, а потому и не могутъ быть признаны за двойниковыя, ибо секторы, отвѣчающіе сосѣднимъ плоскостямъ, почти не представляющимъ (?) скучиванія, напр. секторы $+4R$ и $-2R$, не раздѣляются подобными рѣзкими границами въ параллельно поляризованномъ свѣтѣ.

[1]) Verhandl. d. kais.-russs. mineral. Gesellschaft, 1855—1856, S. 177, 178, рис. 5.

Развиваемыя представленія могутъ-быть приложены къ объясненію нѣкоторыхъ фактовъ.

Превосходная работа [1]) о вилуитѣ Р. А. Пренделя, который первый у насъ въ Россіи началъ заниматься кристаллофизикой оптически аномальныхъ веществъ, доказала для вилуита тотъ родъ структуры, который нѣмецкіе авторы назвали «Sanduhrförmige Structur». Кристаллъ вилуита образованъ веществомъ двухъ родовъ; одно располагается въ направленіи отъ центра кристалла къ плоскостямъ базиса и пирамидъ (центральная часть), другое— въ направленіи отъ центра къ плоскостямъ призмъ (периферическая часть). Вещество центральной части почти одноосно, сильно дихроично и обладаетъ меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ, а также инымъ процентнымъ содержаніемъ окисловъ желѣза, чѣмъ вещество периферической части, для котораго уголъ осей весьма великъ и дихроизмъ выраженъ слабо (не представляетъ-ли оно трихроизма?).

Для объясненія строенія вилуита необходимо допустить скучиваніе недѣлимыхъ, при чемъ параллельно плоскостямъ призмы отложились слои, отвѣчающіе одному или нѣсколькимъ недѣлимымъ, для которыхъ имѣютъ мѣсто большой уголъ оптическихъ осей и вообще всѣ признаки периферической части, а параллельно плоскостямъ базиса и пирамидъ отложились слои, принадлежащіе другимъ элементарнымъ недѣлимымъ иной физической и химической природы; для этихъ послѣднихъ имѣютъ мѣсто ничтожный уголъ осей и вообще всѣ признаки, характеризующіе вещество центральной части. Это объясненіе строенія вилуита становится еще болѣе вѣроятнымъ, если припомнимъ, что поверхность кристалловъ вилуита покрыта, судя по даннымъ г. Пренделя и др. авторовъ, вицинальными пирамидами различной формы и различной оріентировки.

---

[1]) Записки Новоросск. Общ. Естествоиспытателей, т. XII, е. 2.

Замѣтимъ кстати, что нѣтъ необходимости выдѣлять вилуитъ въ особый типъ оптическихъ аномалій. Вліяніе плоскостей ограниченія и слоистости достаточно доказано г. Пренделемъ, а физическія различія центральной и периферической частей вилуита превосходно объясняются скучиваніемъ недѣлимыхъ различной природы. Такимъ образомъ нужно принять, что вилуитъ принадлежитъ къ тому-же типу оптически аномальныхъ веществъ, что бериллъ и турмалинъ, при чемъ для турмалина и вилуита явленія оптической аномаліи усложнены явленіями скучиванія, а для берилла (съ Ильменскихъ горъ) скучиваніе или вовсе не имѣетъ мѣста, или существуетъ подъ углами весьма ничтожными.

.... На одномъ кристаллѣ сибирскаго зелёнаго турмалина я замѣтилъ слѣдующія явленія. Плоскости основнаго ромбоэдра, комбинированныя съ широко развитымъ 0P и плоскостями призмы $\infty P2$, представляются на большую глубину разъѣденными почти совершенно, при чемъ фигуры разъѣданія имѣютъ форму трехгранной воронки съ треугольнымъ основаніемъ, которое почти совпадаетъ съ треугольной плоскостью $+R$. Для объясненія этого явленія, какъ кажется, проще всего допустить, что плоскости эти отвѣчаютъ одному изъ элементарныхъ скученныхъ недѣлимыхъ и при томъ такому, химическій составъ котораго обусловливалъ наименьшее постоянство вещества относительно атмосферныхъ дѣятелей. Изслѣдованіе оптическихъ разрѣзовъ показало, что данный кристаллъ построенъ по тому-же типу, что и кристаллъ № I, а именно, для периферической части имѣютъ мѣсто явленія оптической аномаліи, усложненныя явленіями скучиванія недѣлимыхъ.

Что химическій составъ турмалина въ различныхъ пунктахъ кристалла неодинаковъ, что различіямъ въ окраскѣ турмалина отвѣчаютъ различія въ химическомъ составѣ, — эти положенія достаточно доказаны изслѣдованіями Раммельсберга[1]), Риггса[2]),

---

[1]) Rommelsberg. Mineralchemie, 1875, 2.
[2]) R. Riggs. Americ. Journ. of Sc. 1888 (3), 35, 35—51.

Шарицера, Кальба[1]) и другихъ авторовъ. Отсюда, можно принять, что скученныя элементарныя недѣлимыя сборнаго кристалла турмалина въ химическомъ отношеніи различаются процентнымъ содержаніемъ желѣза, марганца, литія, титана etc. А потому теоретически слѣдуетъ ожидать, что однѣ изъ скученныхъ недѣлимыхъ могутъ быть богаче включеніями того или другаго минерала, другія—бѣднѣе включеніями... Подобный случай былъ дѣйствительно нами констатированъ для кристалла № II: параллельно плоскости основнаго ромбоэдра отложилось недѣлимое, болѣе богатое включеніями нѣкотораго минерала, чѣмъ остальныя недѣлимыя, скученныя въ томъ-же сборномъ кристаллѣ (стр. 223).

Вопросъ объ отношеніяхъ явленій скучиванія недѣлимыхъ къ явленіямъ гемиморфизма по концамъ вертикальной оси приходится оставить пока не разъясненнымъ. Но думается, что подобныя отношенія дѣйствительно существуютъ. Возможно, что связь между тѣми и другими явленіями гораздо болѣе тѣсная, чѣмъ какъ это кажется съ перваго разу, возможно, что существуетъ большая правильность въ расположеніи скучивающихся недѣлимыхъ, что недѣлимыя располагаются въ извѣстномъ соотвѣтствіи съ плоскостями гемиморфныхъ формъ. Если доказано, что сосѣднія плоскости могутъ принадлежатъ различнымъ скученнымъ недѣлимымъ, то почему не принять, что въ образованіи одного конца гемиморфнаго кристалла принимаютъ участіе однѣ недѣлимыя, въ образованіи другаго — другія? Справедливость или ложность подобнаго предположенія покажутъ изслѣдованія матеріала, болѣе совершеннаго, чѣмъ изученные мною кристаллы.

Всё, сказанное до сихъ поръ о скучиваніи недѣлимыхъ, можно резюмировать слѣдующимъ образомъ.

Скученныя недѣлимыя одного и того-же сборнаго кристалла различаются между собою родомъ окраски, слѣдовательно, хими-

---

[1]) G. W. Kalb. Ueber die chem. Zusammensetzung u. Const. d. Turmalins. Göttingen. 1890.

ческимъ составомъ, угломъ поворота относительно нѣкотораго недѣлимаго, принимаемаго за основное, большимъ или меньшимъ содержаніемъ включеній, различнымъ отношеніемъ къ вывѣтриванію, различнымъ плеохроизмомъ, коэффиціентами преломленія, различнымъ угломъ оптическихъ осей и различнымъ положеніемъ плоскости осей, наконецъ, различной оріентировкой, — соотвѣтственно плоскостямъ той или другой излюбленной для каждаго недѣлимаго формы сборнаго кристалла. Въ случаѣ лишенныхъ окраски слоевъ скучивающіяся недѣлимыя различаются коэффиціентами преломленія, результатамъ чего являются явственныя границы недѣлимыхъ въ обыкновенномъ свѣтѣ.

Посмотримъ теперь, въ какомъ отношеніи стоятъ найденные факты къ теоріи Маляра.

По представленіямъ этого автора, оптически аномальный кристаллъ турмалина сложенъ тремя ромбическими недѣлимыми, проростающими другъ друга подъ угломъ въ 60°, на подобіе тройниковъ арагонита. Простое недѣлимое турмалина, по Маляру, и кристаллографически, и оптически принадлежитъ ромбической системѣ, но для угла призмы представляетъ величину, близкую къ 120°, хотя и отличающуюся нѣсколько отъ этой величины. Въ центральной части кристалла составляющія «сѣтки» сливаются болѣе или менѣе полно, результатомъ чего является кажущаяся одноосность ядра. У краевъ кристалла всѣ три сѣтки могутъ болѣе или менѣе совершенно изолироваться и представляются тогда въ видѣ двуосныхъ секторовъ, что и позволяетъ распознать истинную ромбическую структуру турмалина. Явленія поліэдріи плоскостей турмалина, напр., двойственность, тройственность и т. д. плоскостей призмы представляютъ результатъ подобнаго обособленія составляющихъ недѣлимыхъ, при чемъ одна часть такой тройственной (и вообще множественной) плоскости принадлежитъ одному недѣлимому, другая — другому и т. д. Плоскости призмъ составляющихъ недѣлимыхъ не совпадаютъ въ одну именно потому, что

уголъ ромбической призмы простаго недѣлимаго не равенъ 120°, но отличается на нѣкоторую, правда, небольшую величину отъ этого угла.

Возвращаясь теперь къ нашимъ шлифамъ, замѣчу, что, при разсматриванiи въ параллельно поляризованномъ свѣтѣ, напр., такого шлифа, какъ изображенный на рис. 3, прежде всего бросается въ глаза присутствiе узкихъ двуосныхъ полосокъ, прiуроченныхъ къ периферiи кристалла. И вотъ, невольно рождается мысль, не представляютъ-ли собою эти двуосныя полоски обособившiяся периферическiя части составляющихъ кристаллъ ромбическихъ недѣлимыхъ турмалина. А если это такъ, если полоски эти достаточно рѣзко обозначены, и полiэдрiя плоскостей призмы достаточно ясно выражена, то, казалось-бы, легко опредѣлить истинный уголъ призмы простаго ромбическаго недѣлимаго, измѣряя углы, образуемые этими полосками.

Вотъ прiемъ, въ настоящее время единственный, посредствомъ котораго можно *реально* доказать [1]), что гексагональный кристаллъ турмалина сложенъ *дѣйствительно ромбическими недѣлимыми*, проростающими другъ друга подъ угломъ въ 60° и *обособляющимися* у периферiи кристалла *оптически въ видѣ двуосныхъ полосокъ, кристаллографически въ видѣ несовпадающихъ полiэдрическихъ частей одной и той-же сборной плоскости* призмы.

Остается только рѣшить вопросъ, какiя полоски считать за принадлежащiя одному и тому-же недѣлимому. Но и этотъ вопросъ на моихъ препаратахъ рѣшается легко. Очевидно, проще всего предположить, что мѣста и полоски, одинаково окрашенныя, принадлежатъ однѣмъ и тѣмъ-же недѣлимымъ. Такимъ образомъ, мнѣ предстояло измѣрить углы, образуемые двуосными полосками, одинаково окрашенными. Оказалось изъ многочисленныхъ наблю-

---

[1]) Не говорю „опровергнуть“, ибо „не доказать“ не значить „опровергнуть“.

деній, что эти углы строго отвѣчаютъ симметріи гексагональной системы; и это положеніе имѣетъ мѣсто не для одного только двуоснаго недѣлимаго, но для всѣхъ двуосныхъ полосокъ (недѣлимыхъ), слагающихъ оболочку кристалла (рис. 12) и различающихся одна отъ другой окраской различной интенсивности.

Итакъ, здѣсь мы, дѣйствительно, имѣемъ дѣло съ явленіемъ непараллельнаго сростанія недѣлимыхъ, но сростаются между собою не ромбическіе по формѣ и структурѣ индивиды, какъ это принималъ Маляръ, но гексагональные, какъ это еще раньше думалъ Ерофеевъ. Простое недѣлимое турмалина остается оптически аномальнымъ, ибо имѣетъ геометрическую форму строго гексагональную, а въ оптическомъ отношеніи представляетъ распаденіе на двуосныя части, различной оріентировки, совершенно подобное тому, какое мы наблюдали у берилла. Очевидно, оптическая аномалія турмалина и сростаніе недѣлимыхъ существуютъ независимо другъ отъ друга. Ясно также, что поліэдрія плоскостей (въ данномъ случаѣ, призмы) вовсе не обусловлена оптической аномаліей турмалина, какъ это думаетъ Маляръ; ясно, что не совпадающія части сборной плоскости призмы принадлежатъ не различнымъ ромбическимъ недѣлимымъ одного и того-же оптически аномальнаго кристалла, но различнымъ оптически аномальнымъ кристалламъ одного и того-же сборнаго индивида. Вспомнимъ, наконецъ, что здѣсь комбинируются не три только оріентировки (оптическихъ) недѣлимыхъ, дѣлающія между собою углы въ 60°, а въ шесть, семь разъ большее число подъ углами самыми разнообразными, то большими, то меньшими 60°.

Могутъ возразить на это, съ точки зрѣнія теоріи Маляра, такъ.

Допустимъ, что сборный кристаллъ турмалина сложенъ нѣсколькими простыми недѣлимыми гексагональной формы; но разложите оптически, или инымъ какимъ-либо методомъ любое изъ этихъ простыхъ недѣлимыхъ, и вы увидите, что оно въ свою

очередь сложено тремя еще болѣе простыми недѣлимыми, но уже не гексагональный, а, несомнѣнно, ромбической системы, какъ по оптическому строенію, такъ и по наружной формѣ.

На это можно отвѣтить. Если мы при тѣхъ благопріятныхъ условіяхъ, какія представляетъ намъ шлифъ, изображенный на рис. 3, не могли доказать, что элементарное недѣлимое турмалина имѣетъ форму ромбической системы, то тѣмъ болѣе трудно доказать это положеніе для одной двуосной полоски, для одного вицинальнаго сектора; подобное доказательство врядъ-ли возможно въ настоящее время. Если элементарныя недѣлимыя ромбической симметріи дѣйствительно существуютъ для оптически аномальнаго кристалла турмалина, то вѣдь должны-же онѣ такъ или иначе заявить о себѣ кристаллографически на поверхности кристалла. Маляръ разсуждаетъ вполнѣ послѣдовательно, принимая поліэдрію плоскостей за результатъ двойниковаго сростанія кристаллической сѣтки, ромбической системы; сама теорія Маляра требовала подобнаго допущенія. А между тѣмъ оказывается, что измѣненія гранныхъ угловъ и поліэдрія плоскостей турмалина происходятъ совсѣмъ отъ другихъ причинъ... И такъ, спрашивается, можно-ли принять для турмалина, какъ объясненіе оптической аномаліи такую теорію, которая уже сама по себѣ не указываетъ путей, которыми можетъ быть доказана?

Вспомнимъ, наконецъ, что для турмалина къ тому-же имѣетъ мѣсто вліяніе плоскостей ограниченія, которое вообще весьма мало совмѣстимо съ теоріей двойниковаго сростанія. Вліяніе плоскостей ограниченія вообще не противорѣчитъ теоріи Маляра; но теорія эта не содержитъ въ себѣ того начала, которое *требовало-бы* непремѣнно для всѣхъ кристалловъ даннаго вещества «вліяніе плоскостей ограниченія», а между тѣмъ для всѣхъ кристалловъ турмалина имѣетъ мѣсто это «вліяніе». Несомнѣнно существуетъ причина, обусловливающая постоянство принципа о вліяніи плоскостей ограниченія, и вотъ этой именно причины

теорія Маляра не указываетъ. Вотъ почему я не могу, разсуждая объективно, согласить принципъ Клоке - Клейна съ теоріей Маляра.

Ерофеевъ думалъ объяснить оптическую аномалію турмалина скучиваніемъ недѣлимыхъ въ плоскости иныхъ поясовъ, кромѣ пояса (111). Когда недѣлимыя скучиваются въ плоскости пояса (111), оси кристаллографическія, а, слѣдовательно, и оптическія сохраняютъ параллельность. Параллельность эта, напротивъ, утрачивается въ случаѣ скучиванія недѣлимыхъ, напр., въ плоскости пояса $(01\bar{1})$ или $(2\bar{1}\bar{1})$, а при такихъ условіяхъ результатный кристаллъ не можетъ уже оставаться одноосньмъ, если только недѣлимыя *проростаютъ другъ друга не обособляясь*. Вопросъ о причинахъ оптической аномаліи у турмалина и у другихъ псевдо - одноосныхъ минераловъ, пожалуй, былъ-бы рѣшенъ, если бы удалось доказать, что недѣлимыя, скучиваясь въ плоскости иныхъ поясовъ, кромѣ пояса (111), проростаютъ другъ друга, не обособляясь взаимно.

Но я уже замѣтилъ выше, что для изслѣдованныхъ мною оптически аномальныхъ слоевъ, отложившихся параллельно плоскостямъ призмъ, имѣетъ мѣсто исключительно скучиваніе въ плоскости (111), слѣдовательно, слои эти оптически аномальны уже сами по себѣ. Шлифъ, изображенный на рис. 9, обладаетъ весьма сильно выраженной слоистостью. Пользуясь приспособленіемъ микроскопа Наше для параллельныхъ передвиженій препарата, я констатировалъ почти для каждаго призматическаго слоя отдѣльно несомнѣнную параллельность одной и той-же вертикальной оси....

Допустимъ, однако, что для турмалина имѣетъ мѣсто скучиваніе недѣлимыхъ при условіяхъ непараллельности вертикальныхъ осей. Тогда возможенъ слѣдующій силлогизмъ.

*А* — Скучиваніе недѣлимыхъ въ плоскости пояса $(01\bar{1})$ есть явленіе того-же порядка, что и скучиваніе въ плоскости пояса

(111), слѣдовательно, должно выражаться въ той-же формѣ и съ тѣмъ же характеромъ, что и послѣднее.

*B* — Недѣлимыя, скучиваясь въ плоскости пояса (111), не сливаются другъ съ другомъ, но явственно обособляются (какъ это видно на всѣхъ моихъ препаратахъ), сохраняя свои химическія особенности, физическія (окраска, уголъ оптическихъ осей) и кристаллографическія (углы гексагональной системы).

*AB* — Отсюда проще всего допустить, что недѣлимыя, скучиваясь въ плоскости иныхъ поясовъ, кромѣ пояса (111), должны взаимно обособляться, сохраняя для всѣхъ пунктовъ свои оптическія особенности и кристаллографическія. И такъ, измѣряя углы слоевъ на продольныхъ шлифахъ, можно опредѣлить углы скучиванія недѣлимыхъ. Для моихъ препаратовъ этотъ уголъ = 0.

Общій выводъ тотъ-же, что и раньше: оптическая аномалія турмалина не зависитъ отъ скучиванія недѣлимыхъ, имѣетъ-ли мѣсто скучиваніе въ плоскости пояса (111) или въ плоскости иныхъ поясовъ; иначе, оптическая аномалія турмалина присуща самому веществу элементарнаго недѣлимаго, при чемъ для однѣхъ элементарныхъ недѣлимыхъ она выражена сильнѣе, для другихъ — слабѣе.

Наконецъ, и для веществъ кубооктаэдрической системы существуютъ оптическія аномаліи, и эти именно аномаліи ни коимъ образомъ не могутъ быть объяснены непараллельнымъ сростаніемъ недѣлимыхъ, ибо изотропные кристаллы, скучиваясь и проростая другъ друга, должны дать результатный кристаллъ, въ такой-же мѣрѣ изотропный. Это необходимо принять даже при томъ допущеніи, что недѣлимыя проростаютъ другъ друга, не обособляясь взаимно. Аномалія вещества гексагональной системы есть несомнѣнно явленіе того-же порядка, что и аномалія вещества правильной системы; такъ, бериллъ и турмалинъ представляютъ совершенно тотъ-же типъ оптической аномаліи, что и гранатъ. Отсюда проще

всего допустить, что и для веществъ гексагональной системы, подобныхъ турмалину, оптическая аномалія не зависитъ отъ скучиванія недѣлимыхъ.

Употребляя послѣднее выраженіе, я отнюдь не хочу имъ сказать, что причины оптической аномаліи и скучиванія недѣлимыхъ у турмалина должны быть непремѣнно различны. Есть факты, говорящіе какъ-бы въ пользу общности причинъ и того, и другаго явленія. Эти факты — вотъ какого рода.

Измѣряя углы, образуемые контурами ядра *E* (рис. 3) кристалла № I, я замѣтилъ, что большинство этихъ угловъ строго отвѣчаетъ требованіямъ гексагональной симметріи. Изъ моихъ измѣреній вывелъ я то заключеніе, что плоскости $\infty P2_{II}$, $\infty P2_{III}$, $\infty P2_{IV}$, $\infty P2_{V}$, $\infty P2_{VI}$, $\infty R_{V}$ ядра *E* принадлежать одному недѣлимому, — и это недѣлимое преобладаетъ —, а плоскости $\infty P2_{I}$ и $\infty R_{II}$[1]) — другому, повернутому относительно перваго на уголъ, приблизительно равный 40′. И такъ, ядро кристалла съ одной стороны оптически почти одноосно, съ другой представляетъ скучиваніе только двухъ недѣлимыхъ подъ угломъ весьма ничтожнымъ, при чемъ одно изъ недѣлимыхъ гораздо сильнѣе развито, чѣмъ другое. Для периферіи кристалла, напротивъ, оптическая аномалія весьма рѣзко выражена, скучиваніе недѣлимыхъ имѣетъ мѣсто для весьма большаго числа недѣлимыхъ и подъ углами весьма разнообразными, нерѣдко очень значительными. И вообще для большинства, если не для всѣхъ, изученныхъ мною кристалловъ центральная часть одноосна, или почти одноосна и въ то-же время, почти не представляетъ скучиванія, пограничныхъ линій между недѣлимыми, различій въ интенсивности окраски и проч.; периферическая, напротивъ, явственно двуосна и представляетъ сильно выраженное скучиваніе недѣлимыхъ. Невольно является мысль, что причина оптической аномаліи турмалина идентична съ

[1]) Остальныя стороны ядра *E* трудно измѣримы.

причиною скучиванія недѣлимыхъ и заключается въ измѣненіи химическаго состава маточныхъ растворовъ, благодаря изоморфнымъ подмѣсямъ.

Впрочемъ, отсутствіе скучиванія въ центральной части я считаю доказаннымъ лишь для кристалла № I; для остальныхъ кристалловъ — или явленія происходятъ неясно, или измѣреніе угловъ представляется затруднительнымъ.

Съ другой стороны, не слѣдуетъ выпускать изъ виду и того обстоятельства, что хотя оптическая аномалія и рождается одновременно съ непараллельнымъ отложеніемъ слоевъ, тѣмъ не менѣе мѣста «наибольшей» оптической аномаліи не всегда совпадаютъ съ мѣстами «наибольшаго» скучиванія недѣлимыхъ; напр., для пограничной области между слоями *B* и *C* и для слоевъ *A* скучиваніе выражено приблизительно одинаково сильно, за то оптическая аномалія для первой области выражена сильнѣе, чѣмъ для второй. Очевидно, кривыя, изображающія зависимость явленій скучиванія и явленій оптической аномаліи отъ измѣненій химическаго состава, имѣютъ форму не совсѣмъ одинаковую, хотя и близкую.

Къ разсмотрѣнію этихъ явленій мы вернемся въ слѣдующей главѣ. Заканчивая эту главу, замѣтимъ, что изъ двадцати, тридцати кристалловъ, имѣвшихся въ моемъ распоряженіи, только четыре, пять представляли описываемыя явленія «скучиванія» съ достатачной отчетливостью. Желательна провѣрка изложенныхъ въ этой главѣ положеній на матеріалѣ, болѣе совершенномъ, чѣмъ изучавшійся мною...

---

## III. О нѣкоторыхъ явленіяхъ слоистости у турмалина и общія заключенія.

Между кристаллами турмалина съ о-ва Эльбы я нашелъ нѣсколько экземпляровъ, имѣющихъ видъ гексагональныхъ столбиковъ, слѣдовательно, ограниченныхъ плоскостями призмы 2-го рода, и представляющихъ *послѣдовательныя* измѣненія окраски по направленію вертикальной оси; на одномъ концѣ кристалла наблюдается *сплошная* дымчато-розовая окраска, на другомъ — густая бурая и также *сплошная*, а въ средней части кристалла — блѣдная зеленовато-сѣрая.

Изучая кристаллы типа Сарапульскихъ (№№ I, II и проч.),— а съ этими кристаллами мнѣ прежде всего пришлось имѣть дѣло,—я невольно пришелъ къ тому представленію, что «слой»— это есть нѣчто, ограничивающее пространство (кристаллическую среду) со всѣхъ сторонъ. Допустимъ, — кристаллъ окруженъ со всѣхъ сторонъ жидкой средою, изъ которой осаждаются на его поверхность твердыя частицы, образующія слой. Нѣтъ никакого основанія предполагать, что та или другая плоскость погруженнаго въ жидкость кристалла лишена, такъ сказать, «кристаллографическаго притяженія», т. е. на эту плоскость кристаллическія частицы осаждаться не могутъ, тогда какъ могутъ осаждаться на другія плоскости. Естественнѣе всего было-бы допустить, что всѣ существующія на кристаллѣ плоскости въ этомъ отношеніи одинаково равноправны, и что твердыя частицы изъ раствора могутъ осаждаться на *всѣ* плоскости кристалла, на однѣ въ большемъ, на другія въ меньшемъ количествѣ. Разсматривая, напримѣръ, продольный шлифъ, изображенный на рис. 9, я видѣлъ, что первоначально кристаллъ былъ одинаково развитъ и въ длину, и въ ширину и представлялъ плоскости призмы, въ комбинаціи съ

ромбоэдрами +R и —2R, позже онъ сильно вытянулся въ длину вслѣдствіе того, что параллельно плоскостямъ ромбоэдровъ отлагалось гораздо больше вещества, чѣмъ параллельно плоскостямъ призмы; затѣмъ плоскость — 2R исчезла, и вмѣсто нея появилась плоскость 0P, которая и нынѣ преобладаетъ на поверхности кристалла,—одновременно кристаллъ сильно разросся въ ширину, ибо параллельно плоскостямъ призмы отложеніе слоевъ происходило гораздо энергичнѣе, чѣмъ параллельно плоскостямъ другихъ формъ; напр., желто-бурые слои *a B c*, отложившіеся параллельно плоскости +R, имѣютъ, по крайней мѣрѣ, въ 12 разъ меньшую толщину, чѣмъ тѣ-же слои, отложившіеся параллельно соотвѣтствующей сторонѣ призмы (см. рис.); но, какъ-бы ни былъ тонокъ желто-бурый слой, всё-же онъ существуетъ, ибо трудно предположить отсутствіе кристаллографическаго притяженія для той или другой плоскости.

Исходя изъ такого разсужденія, я объяснялъ себѣ отсутствіе слоистости, параллельной плоскости ∞Rv на рис. 3, а равно параллельной плоскости (75$\bar{5}$) на рис. 5, крайне ничтожной толщиною отложившагося слоя; во время шлифовки, края шлифа искрошились, и слои исчезли. Подобнымъ же образомъ объяснялъ я себѣ отсутствіе желто-бураго, периферическаго слоя, параллельнаго плоскости 0P у кристалла № II (рис. 9) и параллельнаго плоскостямъ 0P и +R у кристалла № I (рис. 1).

Естественно являлось желаніе отыскать подобные тонкіе слои, параллельные плоскостямъ ∞P2 и для кристалловъ съ о-ва Эльбы. Первоначально приготовилъ я продольный шлифъ изъ кристалла № VI. Шлифовка шла довольно удачно, но, къ великому удивленію моему, я не нашелъ на полученномъ препаратѣ и слѣдовъ слоистости, параллельной плоскостямъ призмы. Какъ можно видѣть изъ рисунка 10 (табл. VII), наростаніе кристалла происходило исключительно черезъ отложеніе слоевъ, параллельныхъ

плоскостямъ основнаго ромбоэдра [1]). Это-же можно видѣть на кристаллѣ № VI и до шлифовки. И такъ, ясно, что для даннаго кристалла плоскости $\infty P2$ не обладаютъ кристаллографическимъ притяженіемъ. Этого мало, — изъ кристалла № VII, совершенно подобнаго кристаллу № VI, я выпилилъ рядъ базальныхъ пластинокъ; шлифъ, приготовленный изъ любой такой пластинки, представляетъ гексагонъ, раздѣленный на 3 оптическихъ сектора линіями, идущими отъ центра шлифа къ вершинамъ поперемѣнно лежащихъ угловъ. Очевидно, эти три сектора отвѣчаютъ 3-мъ плоскостямъ $+R$. Отсюда ясно, что для данныхъ кристалловъ, а также для многихъ, подобныхъ имъ [2]), вліяніе плоскостей ограниченія, въ томъ смыслѣ, въ какомъ его принимаютъ Ф. Клоке и К. Клейнъ, не существуетъ. И такъ, не существуетъ слоевъ, параллельныхъ плоскостямъ призмы $\infty P2$, хотя самыя плоскости и

[1]) Во время приготовленія шлифа, изображеннаго на рис. 10, два раза отламывались правильные клинообразные кусочки, какъ-бы отвѣчающіе особому направленію спайности, идущему наклонно относительно вертикальной оси кристалла и дѣлающему нѣкоторые углы съ двумя смежными плоскостями призмы. Мнѣ удалось измѣрить лишь одинъ уголъ, именно тотъ, который дѣлаетъ линія *mn* (рис. 10), по которой отломанъ кусочекъ, съ вертикальной осью кристалла; уголъ этотъ приблизительно равенъ 4° 15′. Странно было-бы принимать для турмалина спайность вообще и, въ частности, спайность, идущую подъ такимъ небольшимъ угломъ къ вертикальной оси. Не вызвано ли это явленіе скучиваніемъ недѣлимыхъ подъ угломъ къ вертикальной оси?

Замѣчательно, что, хотя кристаллъ и сложенъ исключительно слоями, параллельными плоскостямъ основнаго ромбоэдра, тѣмъ не менѣе плоскости призмы исштрихованы (довольно рѣдкіе штрихи) параллельно вертикальной оси. Явленіе это превосходно объясняется скучиваніемъ недѣлимыхъ, несомнѣнно имѣющемъ мѣсто для описываемыхъ кристалловъ. Но еще замѣчательнѣе то обстоятельство, что плоскость *mnl*, отвѣчающая положенію отломаннаго кусочка и напоминающая вообще плоскости спайности, въ свою очередь исштрихована параллельно вертикальной оси (!!!); уголъ, образуемый этими именно штрихами съ линіей *mn* и былъ измѣренъ въ 4° 15′.

[2]) Я видѣлъ въ коллекціи нашего многоуважаемаго академика А. В. Гадолина нѣсколько прекрасныхъ кристалловъ турмалина изъ Мурзинки, для которыхъ отложеніе слоевъ, повидимому, происходило также исключительно параллельно плоскостямъ ромбоэдровъ.

существуютъ. Возможны, слѣдовательно, плоскости, параллельно которымъ слои не отлагаются; такова плоскость ∞Rv на кристаллѣ № I, такова плоскость $(75\bar{5})$ на кристаллѣ № V и др.; таковы, наконецъ, и плоскости призмы на кристаллахъ съ о-ва Эльбы и Мурзинки...

Можно думать также, что наружная плоскость базиса на изученныхъ мною кристаллахъ берилла съ Ильменскихъ горъ, исштрихованная параллельно сторонамъ гексагона (см. рис. 1), обязана своимъ происхожденіемъ слоямъ, идущимъ параллельно плоскости P, а отнюдь не слоямъ, идущимъ параллельно базису. Достаточно взглянуть на верхнюю часть рис. 4 (моей работы о бериллѣ), изображающаго направленіе слоевъ наростанія на продольныхъ шлифахъ. Вотъ почему центральная часть вершиннаго шлифа представляется слоистой и обнаруживаетъ распаденіе на секторы, въ отличіе отъ центральнаго поля шлифа, вырѣзаннаго изъ средины кристалла, гдѣ имѣется истинная (внутренняя) плоскость базиса (см. рис. 4). Это обстоятельство показываетъ, что вицинальныя плоскости имѣютъ два (или больше) способа происхожденія; появленіе ихъ обусловлено или скучиваніемъ недѣлимыхъ, или отложеніемъ слоевъ, параллельныхъ плоскостямъ иной какой-либо формы, какъ это мы сейчасъ видѣли для вицинальныхъ плоскостей базиса у берилла.

Возвращаясь теперь къ описываемымъ кристалламъ турмалина съ о-ва Ельбы, замѣтимъ, что положеніе Клоке-Клейна о вліяніи плоскостей ограниченія предполагаетъ на *поперечныхъ разрѣзахъ* присутствіе секторовъ, строго отвѣчающихъ и по числу, и по расположенію, и по относительной величинѣ существующимъ плоскостямъ ограниченія, черезъ которыя проходитъ шлифъ.

Допустимъ, что намъ попался для изслѣдованія кристаллъ, подобный описаннымъ экземплярамъ съ о-ва Эльбы. Разсматривая срединный поперечный разрѣзъ такого кристалла въ параллельно поляризованномъ свѣтѣ, мы не наблюдаемъ шести секторовъ,

которыхъ слѣдовало-бы ожидать для плоскостей призмы, согласно съ представленіями Клейна. Отсюда можно вывести заключеніе, что для нашего кристалла не существуетъ вліянія плоскостей ограниченія, въ смыслѣ формулы Клейна; а это заключеніе какъ-бы идетъ въ разрѣзъ въ большинствомъ найденныхъ фактовъ. И такъ, нельзя-ли формулировку проф. Клоке и Клейна замѣнить какою либо другою? Я предлагаю для оптически аномальныхъ кристалловъ, въ родѣ берилла и турмалина (а такихъ — большинство) принять въ замѣнъ формулы проф. Клейна *формулу «о вліяніи элементовъ слоистости»*.

Такая формулировка, сохраняя общій смыслъ формулировки Клейна, имѣетъ однако болѣе общее значеніе. Формула Клоке-Клейна имѣетъ мѣсто лишь до тѣхъ поръ, покуда мы не встрѣтились съ плоскостями, параллельно которымъ слоистость отсутствуетъ. Въ послѣднемъ случаѣ, формула эта можетъ подать поводъ къ недоразумѣніямъ. Напротивъ, формула о вліяніи элементовъ слоистости предъусматриваетъ подобныя недоразумѣнія.

Далѣе, нужно различать «*вліяніе плоскостей слоистости*» и «*вліяніе реберъ слоистости*» [1]). Для берилла, турмалина и вилуита имѣетъ мѣсто вліяніе плоскостей слоистости. Но возможны и случаи «вліянія реберъ слоистости». Подобный случай, какъ можно думать, представляетъ апатитъ изъ Эренфридерсдорфа, а можетъ быть, и всѣ апатиты. Къ сожалѣнію, апатитами я, за недостаткомъ матеріала, не занимался и изучилъ лишь нѣсколько срединныхъ шлифовъ, вырѣзанныхъ изъ кристалловъ названнаго мѣсторожденія. Шлифы эти представляютъ фигуру шестиугольниковъ, и стороны ихъ отвѣчаютъ плоскостямъ призмы, параллельно которымъ идетъ слоистость, наиболѣе рѣзко выраженная для периферіи. Можно думать, что скучиваніе недѣлимыхъ

---

[1]) Повторяю, что „вліяніе слоистости“ мы принимаемъ не какъ объясненіе явленій, но какъ наиболѣе *простую* формулировку наблюдаемыхъ фактовъ.

имѣетъ мѣсто и для апатита, ибо въ нѣкоторыхъ мѣстахъ (у угловъ шлифа) можно было наблюдать, что слои, отвѣчающіе плоскостямъ призмы, идутъ не совсѣмъ параллельно другъ другу,— уголъ скучиванія, впрочемъ, весьма трудно измѣрить.

Такіе шлифы (рис. 11, таб. VIII) въ центральной части представляются почти одноосными, при чёмъ уголъ оптическихъ осей по направленію отъ центра къ периферіи возрастаетъ; периферическая часть оказывается явственно двуосной и обнаруживаетъ распаденіе на секторы, соотвѣтственно ребрамъ призмы. Имѣются тѣ-же шесть секторовъ, что и для любаго срединнаго шлифа, приготовленнаго изъ турмалина, но только границы сосѣднихъ секторовъ идутъ не отъ угловъ шлифа къ центру, но отъ средины[1]) сторонъ къ центру. Направленія погасанія сосѣднихъ секторовъ дѣлаютъ между собою углы въ 60°, какъ это имѣетъ мѣсто и для турмалина, за то оріентировка направленій погасаній не та, что у турмалина; у послѣдняго направленія погасанія перпендикулярны плоскостямъ призмъ и, слѣдовательно, соединяютъ средины противолежащихъ сторонъ правильнаго шестиугольника на поперечныхъ разрѣзахъ, у апатита дѣлятъ пополамъ двугранные углы призмъ и, слѣдовательно, соединяютъ вершины противолежащихъ угловъ правильнаго шестиугольника.

Плоскость оптическихъ осей у изслѣдованныхъ кристалловъ апатита параллельна соотвѣтствующимъ плоскостямъ призмы 2-го рода, отсутствующей для данныхъ кристалловъ. Всѣ остальныя явленія оптической аномаліи апатита ничѣмъ не отличаются отъ подобныхъ же явленій оптической аномаліи турмалина, берилла. Для оптическихъ секторовъ имѣютъ мѣсто тѣ-же колебанія интенсивности аномальнаго двойнаго преломленія, что и для описанныхъ

---

[1]) Случай идеальный. На рис. 11 можно видѣть, что границы эти обыкновенно идутъ подъ угломъ къ нормалѣ плоскостей ∞P и наклонены то въ ту, то въ другую сторону.

выше минераловъ. Границы сосѣднихъ секторовъ имѣютъ крайне неправильный видъ (см. рис.); онѣ представляются весьма неясными и потому не могутъ быть признаны за двойниковыя; въ направленіи отъ центра къ периферіи отчетливость, съ которою онѣ выдѣляются, постепенно усиливается; нерѣдко тотъ или другой секторъ содержитъ включенія вещества сосѣднихъ секторовъ, напр. секторъ *B* на рис. 11; отмѣтимъ еще тотъ фактъ, что для нѣкоторыхъ секторовъ можно видѣть кое-гдѣ углы слоевъ, отвѣчающихъ сосѣднимъ плоскостямъ призмы, какъ-бы заполненные веществомъ одноосньмъ; явленіе это, быть можетъ, аналогично перемежаемости слоевъ одноосныхъ и двуосныхъ, наблюдаемой для секторовъ берилла, турмалина и никоимъ образомъ не можетъ быть принимаемо за доказательство Gerüst'а нѣмецкихъ авторовъ, ибо одноосное вещество здѣсь отнюдь не представляется въ видѣ непрерывной полосы, идущей отъ угловъ шлифа къ центру, но чередуется съ веществомъ двуосньмъ, какъ это становится очевиднымъ при внимательномъ наблюденіи. Когда плоскость одной изъ скрещенныхъ николей занимаетъ положеніе *NN*, ось наименьшей опт. эластичности гипсовой пластинки — положеніе *MM*, тогда центральное поле, а равно секторы *B* и *E* окрашиваются въ красный цвѣтъ, секторы *A* и *D* въ синій, а секторъ *C* — въ желтый.

Интерференціонныя фигуры, наблюдаемыя въ сходящемся свѣтѣ, отвѣчаютъ ромбической симметріи. Добавимъ, что общая картина явленій оптической аномаліи для апатита, по всей вѣроятности, усложняется скучиваніемъ.

И такъ, для слоевъ, отложившихся параллельно плоскостямъ $\infty P$, у апатита имѣетъ мѣсто вліяніе реберъ слоистости. Повторяемъ, что данное заключеніе мы дѣлаемъ на основаніи трехъ, четырехъ, правда, хорошо изученныхъ препаратовъ, вырѣзанныхъ изъ средины нѣсколькихъ кристалловъ одного и того же мѣсторожденія. Замѣчательно, что для слоевъ, отложившихся параллельно плоско-

стямъ $\infty P2$ и наблюдаемыхъ кое гдѣ по угламъ у периферіи шлифа, имѣетъ мѣсто вліяніе *плоскостей* слоистости, ибо направленія погасанія перпендикулярны и параллельны направленію длины слоевъ. Эти секторы весьма небольшихъ размѣровъ и не помѣчены на рис., мало отличаются отъ прилежащихъ частей препарата. Вліяніе реберъ слоистости, параллельной плоскостямъ пирамиды, мнѣ не пришлось провѣрить, ибо изученные мною кристаллы а) не представляли почти плоскостей пирамиды (стр. 233), b) были укорочены по вертикальной оси и с), наконецъ, были слишкомъ невелики, а полировка (безусловно необходимая) препаратовъ изъ столь мягкаго минерала слишкомъ затруднительна.

Вліяніе реберъ слоистости имѣетъ еще мѣсто для *p*—бромбензилціанида $C_6H_4\begin{cases}Br\,(1)\\CH_2CN\,(4)\end{cases}$, какъ это я вывожу изъ описанія I. Мартина [1]), не совсѣмъ, впрочемъ, выяснившаго структуру этого вещества.

Принимая формулу о вліяніи элементовъ слоистости, необходимо придемъ къ заключенію, что изученію оптически аномальнаго кристалла въ поляризованномъ свѣтѣ должно предшествовать изученіе его слоистаго сложенія. Необходимо опредѣлить, какими плоскостями наросталъ кристаллъ въ различные моменты своего образованія. Это нерѣдко возможно при непосредственномъ разсматриваніи кристалла въ лупу. Въ большинствѣ же случаевъ необходимо приготовить тщательно отполированные продольные шлифы.

Понятіе о слоѣ въ настоящее время есть понятіе только морфологическое. Когда говорятъ объ химическихъ или физическихъ свойствахъ кристалла, предполагаютъ, что всѣ слои кристалла эквивалентны другъ другу, и что кристаллъ есть среда вполнѣ однородная. Такъ, понятія объ отношеніи осей эллипсоида оптической эластичности, объ углѣ спайности и др. подобныя пріуро-

---

[1]) J. Martin. Neues Jahrb. f. Min. 1890. Beilage-Band, I.

чиваются къ цѣлому кристаллу, какъ средѣ вполнѣ однородной. Маляръ, предполагая, что кристаллы сложены изъ пластинокъ, располагающихся опредѣленнымъ образомъ относительно другъ друга, очевидно, относитъ подобное строеніе къ цѣлому кристаллу, независимо отъ его слоистаго сложенія. Это, кажется, и было исходной причиной ошибокъ Маляровой теоріи.

Элементарную пластинку Маляра, придуманную для объясненія нѣкоторыхъ вообще трудно объяснимыхъ явленій, до сихъ поръ никто еще не видѣлъ, а «слой» видѣли всѣ. Я не хочу сказать этимъ, что пластинка Маляра не существуетъ, но я думаю, что для объясненія тѣхъ же явленій, по крайней мѣрѣ, нѣкоторыхъ, проще всего могутъ служить явленія слоистости.

Напримѣръ, извѣстно, что шлифы, приготовленные изъ оптически аномальныхъ кристалловъ, ни въ какомъ положеніи не погасаютъ при скрещенныхъ николяхъ, если только толщина этихъ шлифовъ значительна. При этомъ условіи, интерференціонныя фигуры, наблюдаемыя въ сходящемся свѣтѣ представляются крайне неправильными. Подобныя отношенія я наблюдалъ почти на всѣхъ шлифахъ, приготовленныхъ мною изъ турмалина, берилла и проч. Онѣ-же ввели въ заблужденіе Ерофеева относительно изслѣдованнаго имъ препарата. Замѣчательно, что, при утоненіи шлифа, съ одной стороны погасаніе различныхъ мѣстъ препарата становится все болѣе и болѣе полнымъ, съ другой стороны, интерферціонныя фигуры пріобрѣтаютъ все болѣе и болѣе правильные контуры, хотя и теряютъ въ ясности. На препаратахъ, достаточно тонкихъ, можно наблюдать правильное дѣленіе на секторы, почти полное погасаніе послѣднихъ и правильныя интерференціонныя фигуры ромбической симметріи. Всѣ эти явленія аномальной интерференціи толстыхъ шлифовъ превосходно объясняются взаимнымъ наложеніемъ слоевъ (не пластинокъ) различнаго оптическаго характера. Въ самомъ дѣлѣ, какъ мы это видѣли для турмалина, для берилла, во время кристаллообразованія,

приблизительно на всей поверхности кристалла отлагаются слои совершенно одноосные въ перемежку со слоями двуосными, при чѣмъ послѣдніе имѣютъ различную оріентировку плоскости оптическихъ осей, а также уголъ осей самой разнообразной величины отъ 0° до 9°—10°, иногда достигающій 23°. Прибавимъ сюда, что плоскости, а, слѣдовательно, и слои, имъ отвѣчающіе, въ различные моменты кристаллообразованія мѣняютъ свои размѣры въ громадныхъ предѣлахъ; плоскость пирамиды, въ началѣ кристаллообразованія отсутствующая, впослѣдствіи можетъ достигнуть преобладанія надъ прочими, а затѣмъ снова исчезнуть; при такихъ условіяхъ, возможно наложеніе не только слоевъ различнаго оптическаго характера (варіирующій уголъ осей, положенія плоскости осей), но и слоевъ различной оріентировки одного и того-же оптическаго эллипсоида (перекрещивающихся подъ углами въ 30°, 60°, 90° и т. д.), особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда шлифъ вырѣзанъ не строго параллельно базису, что почти всегда имѣетъ мѣсто. Во всѣхъ этихъ случаяхъ долженъ получиться совершенно тотъ-же эффектъ, какъ если-бы налагались взаимно Маляровы элементарныя пластинки, различной оріентировки. Явленіе болѣе всего имѣетъ мѣсто для шлифовъ, пересѣкающихъ слои, параллельные плоскостямъ пирамидъ и базиса.

Общій эффектъ наложенія слоевъ усложняется явленіями скучиванія недѣлимыхъ, которое увеличиваетъ число возможныхъ оріентировокъ налагающихся слоевъ, поворачивая эти оріентировки на небольшіе углы отъ 0° до + 7° и — 7°. На тонкихъ шлифахъ, подобныхъ изображенному на рис. 3, мнѣ не разъ приходилось наблюдать какъ-бы спиральное расположеніе слоевъ, при чемъ слои, идущіе послѣдовательно отъ периферіи къ центру шлифа, поворачиваются постепенно относительно одного основнаго на углы, варіирующіе отъ 0° до 7° и болѣе. Въ подобныхъ случаяхъ, если только шлифъ вырѣзанъ косо, очевидно, даже

для тонкихъ препаратовъ имѣемъ наложеніе пластинокъ, повернутыхъ одна относительно другой на углы отъ 0° до 7° и болѣе.

И такъ, нѣтъ никакой нужды прибѣгать для объясненія нѣкоторыхъ явленій къ гипотетическимъ пластинкамъ, которыхъ никто не видѣлъ, тогда какъ гораздо проще объяснять явленіе наложеніемъ слоевъ, легко отличимыхъ подъ микроскопомъ.

Но въ чемъ-же, однако, можетъ заключаться причина оптической аномаліи для каждаго отдѣльнаго слоя?

Предлагаемая работа показываетъ, что оптическая аномалія турмалина есть явленіе необыкновенно сложное и находится въ связи со многими другими явленіями. И такъ, нельзя-ли рѣшить вопросъ объ оптической аномаліи турмалина путемъ изученія смежныхъ явленій?

Турмалинъ есть вообще минералъ аномальный. Ерофеевъ аномалію турмалина видѣлъ главнымъ образомъ въ кристаллографическомъ отношеніи, Маляръ — въ оптическомъ отношеніи. Для меня турмалинъ аномаленъ во всѣхъ отношеніяхъ. Принимая однородную кристаллическую среду за нормальную, я заключаю, что турмалинъ представляетъ аномалію:

a) въ отношеніи осей эллипсоида оптической эластичности,

b) въ относительномъ положеніи слоевъ, отложившихся параллельно той или другой плоскости,

c) въ химическомъ составѣ различныхъ слоевъ,

d) въ неравномѣрномъ распредѣленіи включеній,

e) въ явленіяхъ плеохроизма и, наконецъ,

f) въ величинѣ коэффиціентовъ преломленія; ибо слоистость представляется замѣтной для глаза только потому, что коэффиціенты преломленія для различныхъ слоевъ различны [1]).

Отмѣчу здѣсь два весьма важныхъ факта.

---

[1]) Такъ, по Ерофееву (l. c. p. 255), „части кристалла турмалина, лежащія ближе къ серединѣ кристалла, обладаютъ бóльшимъ показателемъ преломленія“.

Во первыхъ, всѣ эти аномаліи пріурочены къ периферической части кристалла; можно подумать, что кристаллъ способенъ начать свое существованіе лишь при условіяхъ образованія вполнѣ нормальнаго вещества; дѣйствительно, ядро оптически аномальнаго кристалла не представляетъ ни оптической аномаліи, ни, повидимому, скучиванія [1]), ни включеній, ни трихроизма, ни слоистости.

Во вторыхъ, для всѣхъ аномалій турмалина, т. е. и для оптической и для кристаллографической, и для химической и т. д., и т. д. имѣетъ мѣсто вліяніе плоскостей ограниченія, или, правильнѣе, плоскостей слоистости.

Изъ того, что всѣ аномаліи вещества турмалина пріурочены *къ одной и той-же* (периферической) области кристалловъ, вытекаетъ возможность одной причины, общей для всѣхъ аномалій.

А изъ того, что эти аномаліи пріурочены къ *оболочкѣ* кристалла и сверхъ того находятся въ зависимости отъ формы этой оболочки, слѣдуетъ, что причины аномалій нужно искать въ явленіяхъ кристаллообразованія. Напримѣръ, причина эта можетъ заключаться въ химическихъ измѣненіяхъ образующихъ растворовъ, подъ вліяніемъ изоморфныхъ подмѣсей.

Вотъ все, что можно заключить о причинахъ оптической аномаліи турмалина изъ приводимыхъ въ этой работѣ фактовъ.

Строить какую-либо гипотезу на этихъ фактахъ было бы преждевременно. Впрочемъ, какъ примѣрное объясненіе оптической аномаліи, можно привести слѣдующее.

Растворъ, изъ котораго образовались кристаллы турмалина, первоначально былъ нормальный въ химическомъ отношеніи. Поэтому ядро кристалла и не представляетъ аномалій. Позже, составъ растворовъ измѣнялся, благодаря изоморфнымъ замѣщеніямъ; при этомъ осаждалось вещество, ненормальное и въ хими-

---

[1]) Этотъ фактъ я не считаю, однако, вполнѣ доказаннымъ.

ческомъ, и въ физическомъ отношеніяхъ и не могущее по этой причинѣ образовать самостоятельныхъ кристалловъ, вещество это и отлагалось, такъ сказать, «по инерціи» на плоскости готоваго уже кристалла. Возможно, что вещество этихъ позднѣйшихъ растворовъ въ первый моментъ по осажденіи имѣло тѣ-же, или почти тѣ-же физическія свойства, почти тотъ-же коэффиціентъ кристаллографическаго притяженія, что и одноосные слои, первоначально отложившагося ядра. Немного позже, благодаря частичнымъ измѣненіямъ или, быть можетъ, выдѣленію $H_2O$ и т. п., вещество позднѣйшаго слоя измѣнило свою структуру, при чемъ ненормальный химически и физически [1]) слой, будучи прикованъ къ той поверхности, на которой отложился, долженъ былъ сжаться или вытянуться соотвѣтственно размѣрамъ той поверхности, на которой лежитъ, — результатомъ этого явилась двуосность...

Но могутъ быть и другія причины оптической аномаліи турмалина, причины менѣе случайнаго характера, о которыхъ мы выскажемся въ одной изъ ближайшихъ работъ.

---

Сказанное въ этихъ и предъидущихъ главахъ можно резюмировать слѣдующимъ образомъ.

Сужденія о кристаллографическихъ, физическихъ и химическихъ постоянныхъ должны быть относимы не къ цѣлому кристаллу, а къ отдѣльному слою опредѣленнаго фазиса наростанія.

Оптическому изслѣдованію кристалла въ поляризованномъ свѣтѣ должно предшествовать изученіе его слоистой структуры.

Кристаллъ нерѣдко можетъ наростать исключительно черезъ отложеніе слоевъ, параллельныхъ плоскостямъ одной какой-либо формы, напр., пирамиды.

Нерѣдко существуютъ плоскости, параллельно которымъ отложенія слоевъ не происходило.

---

[1]) Величина плотности.

Появленіе вицинальныхъ плоскостей обусловливается: или скучиваніемъ недѣлимыхъ, или отложеніемъ слоевъ параллельно плоскостямъ иной формы.

Формулу проф. Клоке и Клейна о вліяніи элементовъ ограниченія удобнѣе замѣнить формулой о вліяніи элементовъ слоистости.

Для берилла, турмалина, вилуита и апатита имѣетъ мѣсто вліяніе элементовъ слоистости, для первыхъ трехъ—вліяніе плоскостей слоистости, а для апатита — и вліяніе реберъ слоистости.

Вообще, оптическая аномалія этихъ минераловъ одного типа, при чемъ для турмалина, вилуита и, вѣроятно, апатита явленія оптической аномаліи усложняются явленіями скучиванія недѣлимыхъ.

Тѣмъ не менѣе оптическая аномалія и скучиваніе недѣлимыхъ у этихъ минераловъ существуютъ независимо одно отъ другаго.

Кажущіяся различія оптической аномаліи турмалина и берилла, напр., наблюдаемыя иногда рѣзкія границы между сосѣдними оптическими секторами у турмалина объясняются скучиваніемъ.

Для слоевъ, отложившихся параллельно плоскостямъ призмы, какъ кажется, имѣетъ мѣсто скучиваніе исключительно въ плоскости пояса (111).

Элементарныя недѣлимыя скучиваются нерѣдко въ большомъ числѣ и поворачиваются относительно основнаго на различные углы, варіирующіе отъ 0° до + 7° и — 7°, при чёмъ нерѣдко уголъ поворота весьма ничтоженъ: 10′—20′ и меньше.

Скучивающіяся недѣлимыя нерѣдко окрашиваются въ цвѣта самой разнообразной интенсивности, что съ одной стороны позволяетъ узнавать многія изъ слагающихъ недѣлимыхъ на поперечныхъ разрѣзахъ, съ другой — обусловливаетъ крайне причудливую мозаику этихъ разрѣзовъ.

Углы, образуемые слоями, одинаково окрашенными и, слѣдовательно, принадлежащими одному недѣлимому, строго отвѣчаютъ симметріи гексагональной системы.

Скученныя недѣлимыя одного и того-же сборнаго кристалла могутъ различаться между собою родомъ окраски, слѣдовательно, химическимъ составомъ, угломъ поворота относительно основнаго недѣлимаго, большимъ или меньшимъ содержаніемъ включеній, различнымъ отношеніемъ къ вывѣтриванію, различнымъ плеохроизмомъ, коэффиціентами преломленія, различнымъ угломъ оптическихъ осей и различнымъ положеніемъ плоскости осей. Имѣютъ мѣсто, если не всѣ, то, по крайней мѣрѣ, нѣкоторыя изъ указываемыхъ различій.

Элементарныя недѣлимыя рѣдко существуютъ въ видѣ слоевъ, параллельныхъ тремъ, четыремъ плоскостямъ кристалла и болѣе, обыкновенно-же въ видѣ слоевъ, параллельныхъ одной, рѣже двумъ плоскостямъ.

Нѣкоторыя недѣлимыя съ весьма рѣзкими особенностями или даже цѣлыя группы такихъ недѣлимыхъ могутъ отлагаться исключительно параллельно плоскостямъ одной излюбленной формы. Этимъ объясняется удивительное строеніе нѣкоторыхъ кристалловъ турмалина (№ V), а равно вилуита.

Явленія скучиванія недѣлимыхъ могутъ быть приложены къ объясненію гемиморфизма турмалина.

Ядро оптически аномальнаго кристалла не представляетъ ни оптической аномаліи, ни скучиванія (?).

Теорія Маляра не объясняетъ ни оптической аномаліи турмалина, ни полiэдрiи его плоскостей.

Нѣкоторыя явленія оптической аномаліи проще объяснять наложеніемъ слоевъ различнаго оптическаго значенія, чѣмъ наложеніемъ гипотетическихъ пластинокъ Маляра.

Нѣкоторые кристаллы турмалина и апатита обнаруживаютъ аномальный трихроизмъ.

Октябрь 1890 г.

---

# Объясненіе рисунковъ къ таблицамъ I, II и III.

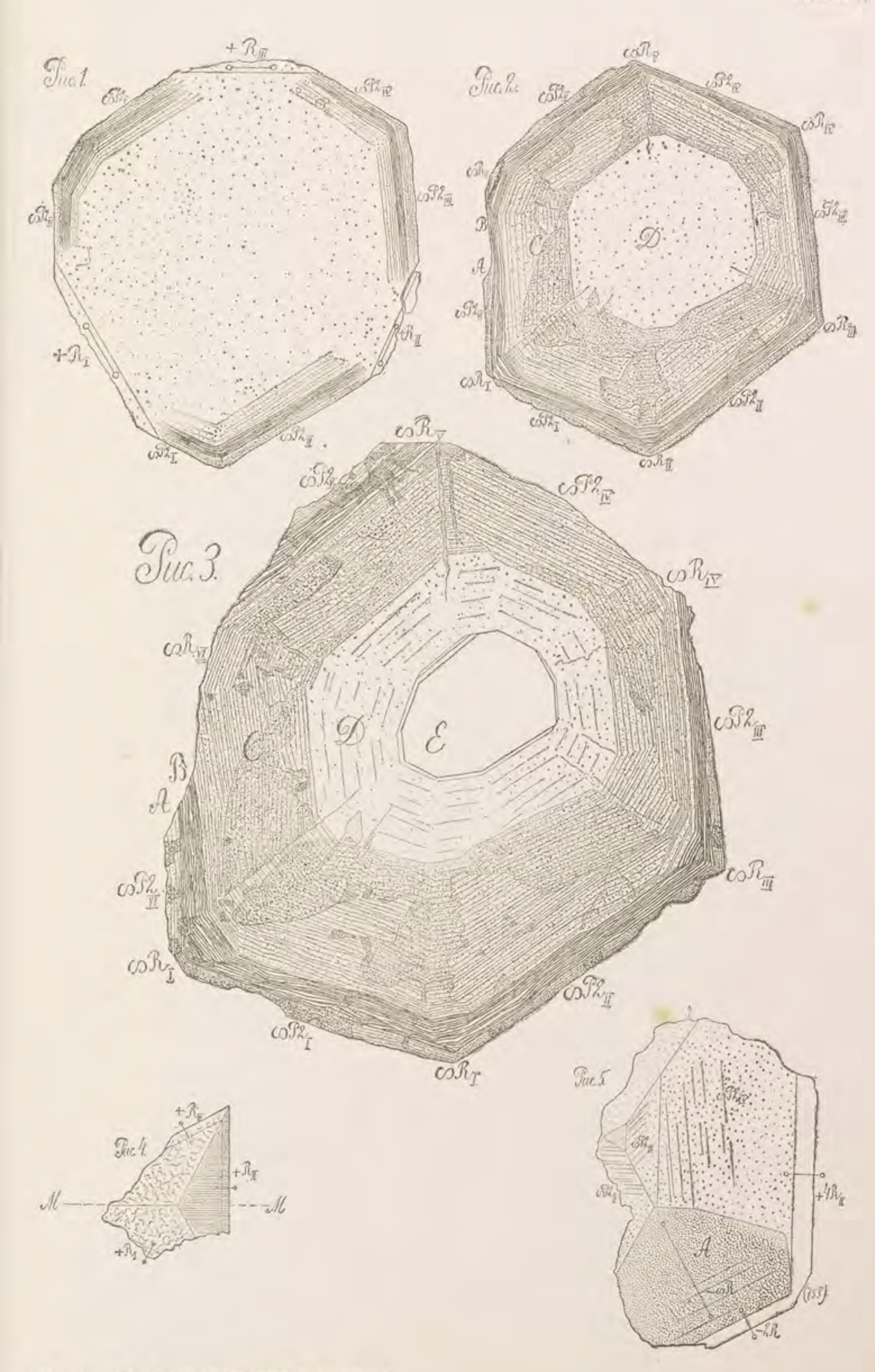
Рис. 1, 2, 3 (таб. I) изображаютъ поперечные разрѣзы кристалла № I, приготовленные параллельно базису (типъ розово-желтыхъ сарапульскихъ кристалловъ). Шлифъ, отвѣчающій рис. 3, изображенъ при бо́льшемъ увеличеніи, чѣмъ остальные шлифы того-же кристалла.

Рис. 4, 5 (таб. I), 6, 7 и 8 (таб. II) изображаютъ поперечные разрѣзы зелено-бураго кристалла № V. Препаратъ рис. 7 изображенъ при бо́льшемъ увеличеніи, чѣмъ остальные. Кристаллъ № V обломанъ у одного конца (по горизонтальной оси), почему всѣ препараты изъ этого кристалла и представляютъ полулунную вырѣзку вверху слѣва.

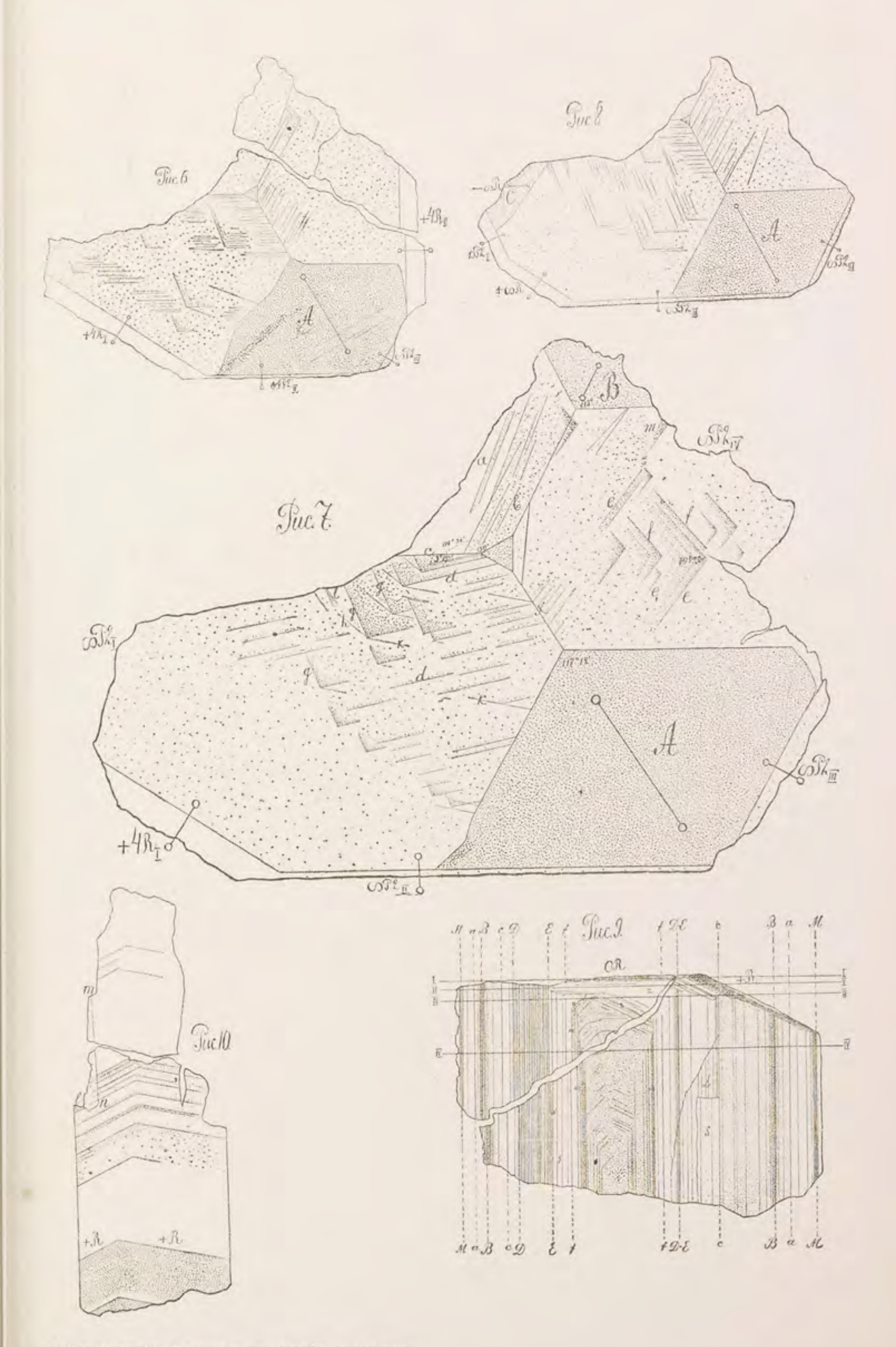
Рис. 9 и 10 (таб. II) изображаютъ продольные разрѣзы турмалина, первый — изъ кристалла типа сарапульскихъ, второй — изъ кристалла съ о-ва Эльбы.

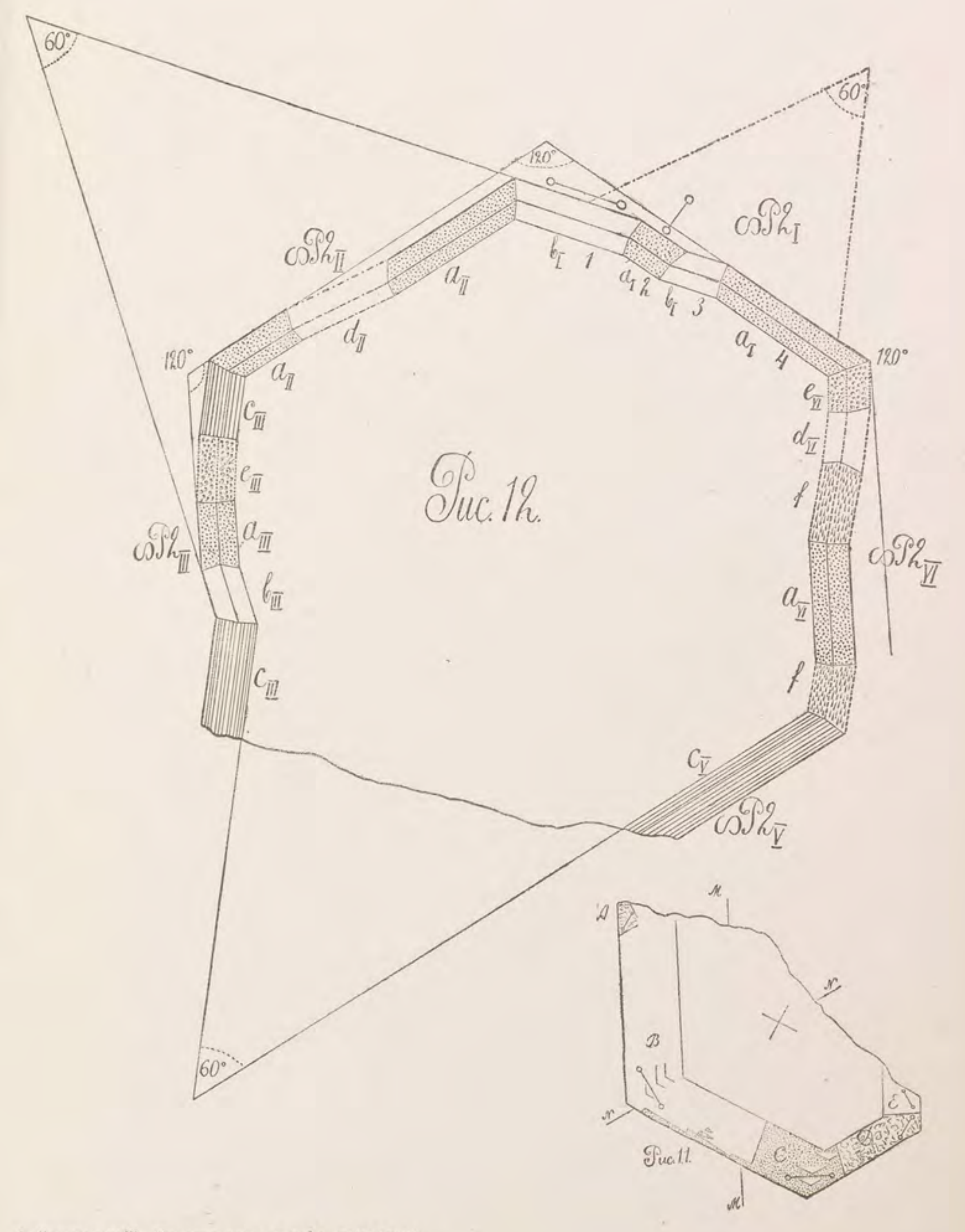
Рис. 12 (таб. III) представляетъ архитектуру скучиванія периферическихъ слоевъ *A* кристалла № 1, а на рис. 11 (таб. III) изображенъ поперечный срединный разрѣзъ кристалла апатита изъ Эренфридерсдорфа.

ТАБЛ. I.




А. Карножицкій. Кристаллоопт. изслѣд. турмалина.


Рис. 6
Рис. 8
Рис. 7
Рис. 9
Рис. 10




А. Карножицкій. Кристаллоопт. изслѣд. турмалина.